سلسلۂ مطبوعات انجمن ترقی اردو، کل پاکستان۔ کراچی

طبیعیات کی داستان

مرتبہ

محمد نصیر احمد عثمانی (علیگ)
ایم اے، بی ایس سی،
معلم طبیعیات، جامعہ عثمانیہ، حیدرآباد دکن

کتب خانہ علم و ادب۔ تالپور بلڈنگ۔ بندر روڈ۔ کراچی

قیمت فی جلد

دیباچہ

علم انسانی کی مختلف شاخوں کی تاریخ پر بہت کچھ کام کیا جا چکا ہے لیکن تعجب ہے کہ سائنس بالخصوص طبیعیات کی طرف اتنی توجہ نہیں کی گئی - انگریزی میں بھی ایسی کتابوں کا فقدان رہا- چنانچہ "سائنس کے ۲ ہزار برس" کا مصنف ہاروے گبسن اپنے دیباچہ میں لکھتا ہے کہ "ایک دوست نے سوال کیا کہ ایسی کتاب بتائی جائے جو ابتدا سے موجودہ زمانے تک سائنس کی ترقی کا حال بتائے اور جس میں عام فہم زبان میں سائنس کے مسائل کا ذکر ہو- مصنف کو اقرار ہے کہ وہ کوئی نام نہ بتلا سکا- لے دے کے "طبعی سائنس کی تاریخ"، ازارابیلا بی بکلے کا نام بتانا پڑا- جو پچاس برس ادھر چھپی تھی ....."

یہ حال تو عام سائنس کی تاریخ کا تھا طبیعیات کی تاریخ پر کتابیں اور بھی کم تھیں لیکن ادھر کچھ عرصے سے چند کتابیں خاص طبیعیات کی تاریخ پر انگریزی میں لکھی گئی ہیں جن میں سے کیجوری کی "تاریخ طبیعیات" خاص طور پر نمایاں ہیں-

انگریزی میں جب یہ کیفیت تھی تو اردو کا پوچھنا ہی کیا- بایں ہمہ اردو میں بھی ایک کتاب "علوم طبیعہ کی تاریخ" کے نام سے دو حصوں میں پنجاب

ریلیجس بک سوسائٹی کی طرف سے ۱۹۰۷ء میں شائع ہوئی۔ لکھنے والے کوئی ساغر اکبرآبادی تھے۔ اس میں انیسویں صدی تک مختلف علوم کی تاریخ میں طبیعیات کی تاریخ بھی خاصی بیان کی گئی ہے۔ لیکن اس وقت تک چوں کہ جامعہ عثمانیہ حیدرآباد دکن قائم نہ ہوئی تھی اور نہ اُردو میں سائنسی زبان بنی تھی اس لئے مسائل کے بیان کرنے اور سمجھانے میں زبان سنبھل نہ سکی گو واقعات اس میں خاصے درج کئے گئے ہیں۔

ان حالات کے تحت یہ کہنا بے جا نہ ہوگا کہ اُردو میں طبیعیات کی تاریخ پر یہ پہلی کتاب ہے جو انجمن ترقیٔ اُردو (پاکستان) کراچی کی طرف سے شائع ہو رہی ہے۔ اور جہاں تک مجھے علم ہے ہندوستان کی کسی دیسی زبان میں کوئی کتاب ایسی اب تک شائع نہیں ہوئی ہے۔

جب انجمن ترقی اُردو کی طرف سے "طبیعیات کی داستان" مرتب کرنے کا کام میرے سپرد کیا گیا تو میرا خیال تھا کہ ایک ہی جلد میں موجودہ زمانے تک کی تمام تاریخ بیان کر دی جائے۔ لیکن یہ داستان لذیذ تر نکلی اور اس لئے دراز تر ہو گئی اور اب معلوم ہوا کہ ایک جلد کافی نہیں ہو سکتی۔ لہٰذا انیسویں صدی تک کی داستان اس موجودہ جلد میں بیان کر دی گئی ہے۔ بیسویں صدی میں جو حیرت انگیز ترقیاں ہوئی ہیں وہ خود ایک جلد کی طالب ہیں۔ لہٰذا دوسری جلد میں صرف بیسویں صدی کی داستان بیان کی جائے گی۔

یہ زمانہ سائنسی زمانہ کہلاتا ہے اور اب کہا جاتا ہے کہ جو ملک صنعت میں پیچھے رہے گا وہ سیاست میں بھی پیچھے رہے گا۔ اس لئے ناگزیر ہے کہ ہمارا ملک پاکستان بھی اس میں خاطر خواہ حصہ لے۔ بحمد اللہ اس کا آغاز ہو چکا ہے۔ سائنس کی تعلیم کو زیادہ عام کرنے کی بھی تجویزیں ہیں۔ اس لئے طبیعیات کا

بھی چرچا زیادہ ہوگا۔ اسی لئے طبیعیات کی داستان بھی سننے سنانے کی ضرورت ہوگی۔ پس اُمید ہے کہ یہ کتاب اس ضرورت کو باحسن وجوہ پورا کرے گی۔

ہمارے ملک میں بھی ذہنی قابلیت کا فقدان نہیں ہے البتہ اس سے صحیح طور پر کام لینے والوں کی کمی ضرور ہے۔ اس کتاب کے مطالعے سے یہ اچھی طرح واضح ہو جائے گا کہ صاحب ایجاد یا مشاہیر سائنس میں شمار ہونے کے لئے قطعاً ضروری نہیں ہے کہ آدمی "نقرہ زادہ" ہو۔ "غریب زادہ" ہونا بھی کام دے جاتا ہے۔ اور نہ یہ ضروری ہے کہ بہترین مدرسے یا جامعہ میں تعلیم وتربیت حاصل کی ہو۔ بہت سے مشاہیر سائنس تو ایسے تھے کہ اُن کے والدین اُن کی تعلیم وتربیت کی استطاعت نہ رکھتے تھے اور نہ حالات اُن کے لئے سازگار تھے۔ چناں چہ کیپلر ایک سرائے میں ملازم تھا، گیلیلیو ایک درزی کے یہاں کام کرتا تھا، نیوٹن ایک معمولی کسان کا بیٹا تھا، واٹ کا باپ ایک دیوالیہ دوکان دار تھا، ڈیوی جو نواب بن کر مرا ابتدا میں ایک دوا فروش کے یہاں بوتلیں دھوتا تھا۔ جو بات ان سب لوگوں میں مشترک تھی وہ یہ کہ اپنی دھن کے پکّے تھے اور طبیعت میں استقلال تھا — ان ہی صفات سے متصف ہو کر اگر ہم بھی اس میدان میں قدم رکھیں تو کوئی وجہ نہیں کہ ہم بھی کامیابی سے کیوں نہ دوچار ہوں۔ پس اگر اس کتاب کے مطالعے سے کسی میں عزم راسخ اور طلب صادق پیدا ہوگئی تو گویا اس کتاب کی محنت ٹھکانے لگ جائے گی۔

اس کتاب میں اصطلاحیں اور نام بہ کثرت آئے ہیں۔ اصطلاحیں تو وہی استعمال کی گئی ہیں جو جامعہ عثمانیہ میں مستعمل ہیں۔ اور ناموں کے متعلق یہ طرزِ عمل اختیار کیا گیا ہے کہ ہر زبان کا نام اُسی زبان کے تلفظ میں لکھا جائے۔ چناں چہ یونانی ناموں میں چوں کہ عربی تلفظ اور املا اصل سے قریب تر ہے اس لئے وہی اختیار

کیا گیا۔ باقی جرمن، فرانسیسی، اطالوی وغیرہ ناموں کو حتی الامکان اصل تلفظ میں ادا کرنے کی کوشش کی گئی ہے۔

طبیعیات اور کیمیا کی اصطلاحیں چوں کہ انجمن ترقی اردو کی طرف سے شائع ہو چکی ہیں اس لئے اس کتاب میں کوئی علاحدہ فہرست اصطلاحات شامل نہیں کی گئی البتہ ہر اصلاح جہاں پہلی مرتبہ آئی ہے تو فٹ نوٹ میں اس کا انگریزی مرادف لفظ لکھ دیا ہے۔ ناموں کے متعلق فہرست مضامین کو ذرا مفصل کرکے ناموں کو جلی قلم سے واضح کر دیا ہے۔ نیز فٹ نوٹ میں انگریزی املا بھی لکھ دیا ہے۔

اخیر میں ایک جدول تاریخی بھی درج کر دی ہے جس میں صرف وہی تاریخیں درج کی گئی ہیں جن کا تعلق کسی نہ کسی حیثیت سے طبیعیات سے ہے۔

جن کتابوں سے اس کی تدوین میں مدد لی گئی ہے اُن کے نام درج ذیل ہیں:—

1. The Endless Quest or Three Thousand Years of Science by Westaway.
2. Two Thousand Years of Science by H. Gibson, 1931.
3. A short History of Physics by H. Buckley, 1927
4. A History of Natural Science by A. B. Buckley.
5. A History of Physics by Cajari, 1935.
6. A History of Science by Dambur Whetham 1930
7. Science of Light, People's Book Series.
8. Radiation " " "

9. Lord Kalvin
10. Experimantal Researches by Faraday, Everyman's Library.
11. British Scientists of the XIX Century, Vol. I & Vol II Pelican Books.
12. Great Inventions and how they were invented by. C. R Gibson.
13. The Book of Popular Science, 16 Vols.
14. Newne's Pictorial Knowledge, 8 vols.
15 Natural Philosophy by Ganot.
16. Optics by Brewster.
17. The New Standard Encyclopedia.
18. علوم طبیعیہ کی تاریخ، حصّہ اوّل، حصّہ دوم
19. رسالۂ سائنس، جلد ۱ تا جلد ۱۸
20 Introduction to the History of Science by G. Sarton
21. Lectures on Sound by T. Tyndall.

داستان میں مشاہیر سائنس کے انسانی اور معاشرتی پہلو کے نمایاں کرنے کی کوشش کی گئی ہے اس لئے توقع ہے کہ جہاں عام قارئین اس سے لطف اندوز ہوں گے وہاں طبیعیات کے متعلم اور معلّم دونوں اس سے استفادہ کر سکیں گے۔

یہ دعویٰ نہیں کیا جاتا کہ طبیعیات کی تاریخ کے تمام گوشے واضح کر دئے

گئے ہیں البتہ جتنے نمایاں گوشے ہو سکتے تھے اُن میں سے غالبًا کوئی بھی چھوٹنے نہیں پایا ہی۔

کوتاہیوں سے مؤلف داستان خود بھی واقف ہی اس لئے اگر اُن کی نشاندہی کی جائے اور ساتھ ہی اصلاحیں بھی تجویز فرمائی جائیں تو باعث تشکر و ممنونیت ہوگا۔

محمد نصیر احمد عثمانی
شعبۂ طبیعیات، جامعہ عثمانیہ بلدۃ الجامعہ،
حیدرآباد دکن

المرقوم ۱۱ر دسمبر سنہ ۱۹۴۵ء م ۵ر محرم الحرام سنہ ۱۳۶۵ھ
م ۸ر بہمنی سنہ ۱۳۵۵ ف

فہرست

بسم اللہ الرحمٰن الرحیم

طبیعیات کی داستان

پہلا باب

تمہید

سائنس آج کل کے کسی بڑے شہر میں کسی سڑک پر ہمارا گزر ہو تو ہم کو موٹر گاڑیاں، لاریاں، اور ٹرام گاڑیاں دوڑتی نظر آئیں گی لیکن ان سب کو دوڑانے والی کوئی چیز نظر نہ آئے گی۔ ہم کسی بندرگاہ پر چلے جائیں تو وہاں ہم کو بڑے بڑے جہاز، کشتیاں اور ڈونگے وغیرہ پانی پر تیرتے نظر آئیں گے لیکن نہ اُن کے پتوار دکھائی دیں گے اور نہ بادبان۔ ہم کسی ریل کے اسٹیشن پر پہنچ کر ریل کے ڈبے میں بیٹھ جائیں تو ریل ہم کو سینکڑوں میل دور منزل مقصود پر گھنٹوں میں پہنچا دیتی ہے۔ ہم ایک کمرے میں داخل ہوتے ہیں، ایک بٹن دباتے ہی سارا کمرہ روشنی سے بھر جاتا ہے حالاں کہ ہم نے نہ تو دیا سلائی جلائی ہے اور نہ

کوئی لمپ روشن کیا ہو۔

موسم نے ذرا شدّت اختیار کر لی ہو۔ ہم کو ایک چیز کی ضرورت ہو۔ موسم کے مقابلہ کی ہمّت نہیں پڑتی۔ ہم میز پر رکھے ٹیلیفون کا محصل اٹھاتے ہیں اور کوئی دو میل کے فاصلہ پر ایک دوکان کو ایک فرمائش کر دیتے ہیں۔ ہم ڈاک خانے میں ایک پیام داخل کرتے ہیں اور گھنٹے دو گھنٹے کے اندر وہ ہزاروں میل دور پہنچ جاتا ہو۔ ہم ایک کرسی پر بیٹھے ہیں۔ آلہ ہمارے قریب نصب ہو۔ ہم لندن یا نیویارک سے خبریں یا گانا سن رہے ہیں یا ویسٹمنسٹر کی گھڑی "بگ بن" جب وقت بتاتی ہو تو ہم اپنی گھڑیاں اس سے درست کر لیتے ہیں۔

تاروں بھری رات ہو۔ تارے جگمگا رہے ہیں۔ ہم کھڑے انھیں دیکھ رہے ہیں وہ چشمک زنی کر رہے ہیں۔ ہم بتا سکتے ہیں کہ اُن کی جسامت کیا ہو، وہ بنے کس چیز سے ہیں اور ہم سے وہ کتنی دور ہیں۔ ہم سورج کو دیکھتے ہیں کہ وہ طلوع اور غروب ہوتا ہو۔ چاند کو دیکھتے ہیں کہ گھٹتا بڑھتا ہو۔ سمندر کو دیکھتے ہیں کہ اس میں مد و جزر پیدا ہوتا ہو۔ ہم ہفتوں، مہینوں بلکہ برسوں قبل یہ بتلا سکتے ہیں کہ سورج کسی دن کس وقت طلوع اور غروب ہوگا، ہلال کب نمودار ہوگا، اور اس کرّۂ ارضی کے کسی بندرگاہ پر ٹھیک کس وقت جوار بھاٹا آئے گا۔

کوئلے کی کانیں جہاں کھودی جاتی ہیں وہاں گویا نافِ زمین سے ایسے پتھر برآمد ہوتے ہیں جن پر پھلوں، پتیوں، تنوں، کے اور گھونگھوں اور جانوروں کے ڈھانچوں کے نشانات ہوتے ہیں۔ ہم یہ بتا سکتے ہیں کہ یہ وہاں کیوں کر پہنچے۔ ہماری ریلیں پہاڑی علاقوں میں سے بھی گزرتی ہیں۔ ہم کو پہاڑیاں تہہ بہ تہہ

یا کاغذ کی طرح مسلی ہوئی نظر آتی ہیں۔ ہم بتا سکتے ہیں کہ کب اور کیسے یہ تہیں قائم ہوئیں اور کس نے ان کو مسلا اور اینٹھا۔

لوہے کی ایک چھری کو ہم اتفاقاً رات سبزے پر بھول گئے۔ صبح اٹھ کر دیکھتے ہیں تو وہ بھاری ہو گئی ہے اور اس پر زنگ آگیا ہے۔ میگنیشیم کے تار کا ایک ٹکڑا ہم لیتے ہیں، اس کو جلاتے ہیں تو نہایت درخشاں سفید شعلہ پیدا ہوتا ہے۔ جست کا ایک ٹکڑا ہلکائے ترشے میں ڈالیں تو ایک گیس نکلتی ہے جس کو جلتی دیا سلائی دکھائیں تو دھماکا پیدا ہوتا ہے۔ ہم پانی میں سے برقی رو گزارتے ہیں تو دو گیسیں ہائڈروجن اور آکسیجن نکلتی ہیں جن کو ملا کر ہم دوبارہ پانی بنا سکتے ہیں۔

مناسب اور موزوں زمین پر ہم بیج ڈالتے ہیں تو کچھ دنوں میں ایک تناور درخت کھڑا ہو جاتا ہے۔ جڑیں تقریباً ہمیشہ زمین کی طرف جھکتی ہیں۔ سمندر میں ایک جہاز ۲۰ میل فی گھنٹہ کی رفتار سے جا رہا ہے۔ ایک مرغابی اس کے ساتھ ساتھ چلتی ہے اور صرف کبھی کبھی اپنے پروں کو حرکت دیتی ہے۔ انسان اپنی خوشی یا اپنے نفع کی خاطر نباتات یا حیوانات کی نئی نسلیں تیار کرتا ہے۔ اور خود اپنے جسم کی ساخت پر عبور حاصل کرتا ہے تاکہ اس کو اچھی حالت میں رکھ سکے اور خراب ہو جائے تو درست کر سکے۔

جو عجائبات اوپر بیان کئے گئے وہ مشتے نمونہ از خروارے ہیں۔ ان میں سے اکثروں سے ہمارے آبا و اجداد ناواقف تھے۔ ہمارے باپ داداؤں نے ان کی سن گن پائی تھی۔ لیکن یہ سب عجائبات ہمارے لئے روزمرہ کی چیزیں ہیں۔

یہ سب آخر کیوں کر ممکن ہوا؟ یہ عجائبات اور ان جیسے دیگر کرشمے

سائنس کی وجہ سے وجود میں آئے۔ پس اگر ہم ان باتوں سے واقف ہونا چاہتے ہیں تو ہم کو مطالعہ کرنا چاہیئے۔

گزشتہ صدی کے ایک بڑے طبعی اور فلسفی ٹامس ہنری ہکسلے نے سائنس کی تعریف یوں کی ہے کہ وہ "مدون عقل سلیم" یا "مدون علم" ہے اس میں لفظ "مدون" کو خاص اہمیت حاصل ہے۔ یہ معلوم ہو جانا کہ مدوجزر دن میں دو دفعہ ہوتا ہے یا چاند گھٹتا بڑھتا اور زمین کے گرد حرکت کرتا ہے یا زمین اپنے محور پر چوبیس گھنٹوں میں گھوم جاتی ہے۔ معلومات کی حد تک بہت اچھا ہے لیکن پیشتر اس کے کہ ہم کو ان امور معلومہ میں کوئی ربط نظر آئے اور دوسرے امور سے ان کا تعلق معلوم ہو مثلاً براعظم کی شکلوں، ہواؤں کی سمتوں اور سمندر اور ہوا کی تپشوں وغیرہ سے، ضروری ہے کہ ان امور کی تدوین کی جائے۔ ان کو ترتیب میں لایا جائے۔ اسی وقت ہم اس کو سائنس کہہ سکیں گے۔

لغت کے اعتبار سے لفظ سائنس انگریزی ہے اور لاطینی لفظ "سائنشیا" سے ماخوذ ہے۔ اس کے مطلق معنے جاننا یا سیکھنا ہیں۔ سنسکرت میں لفظ "سنس" کے معنے بھی علم کے ہیں لیکن اصطلاحًا انگریزی میں جو معنے لئے جاتے ہیں وہ اوپر بیان کر دئے گئے ہیں۔ اُردو میں بھی سائنس سے اب یہی مراد ہے۔

سائنس کی تقسیم

سائنس میں معلومات اس قدر جمع ہو گئیں اور اس کا موضوع اس قدر وسیع ہو گیا کہ سب کو ایک شعبہ میں رکھنا مشکل ہو گیا۔ پس رواج اور سہولت نے سائنس کو تین بڑے شعبوں میں تقسیم کر دیا ہے۔ یعنی شعبۂ علوم طبیعہ، شعبۂ علوم حیاتیہ، شعبۂ علوم نفسیہ۔

عام طور سے دستور یہ ہو گیا ہے کہ علوم طبیعہ میں وہ علوم شامل کئے جاتے ہیں جن کا موضوع مادہ اور توانائی ہوتے ہیں اور جن میں زندگی یا حیات سے

کوئی بحث نہیں کی جاتی۔ اس کے برخلاف علوم حیاتیہ کا موضوع زندہ اجسام ہی اور مادہ اور توانائی کے وہ خاص مسائل ہیں جو اُن کی زندگی کی وجہ سے پیدا ہوتے ہیں۔ علوم نفسیہ کا موضوع نفس ہی بالخصوص انسان کا نفس، کیونکہ تقابلی نفسیات میں حیوانات کے "نفس" سے بھی بحث کی جاتی ہی۔

علوم کی تقسیم اور درجہ بندی کا مسئلہ بہت پیچیدہ ہی اس لئے جو خاکہ اوپر پیش کیا گیا ہی اس کو قطعی اور آخری نہیں سمجھنا چاہیئے۔ کیوں کہ سائنس کی نت نئی شاخیں پیدا ہوتی رہی ہیں اور اُن کے آپس کے علاقے بدلتے رہتے ہیں۔ لہذا جو درجہ بندی آج کی گئی ضروری نہیں کہ وہ کل کے لئے بھی صحیح ہو۔

ہمارے نقشے میں ایک شعبہ کا تعلق دوسرے شعبے سے کچھ اس طرح پر ہی کہ علوم طبیعیہ کو ایک طرف حیاتیات سے تعلق ہی، جو زندہ اجسام کا علم ہی۔ خود حیاتیات کو نفسیات سے ربط ہی جو علم نفس ہی، نفس کو ہمیشہ زندہ اجسام میں پاتے ہیں۔ یا زندہ اجسام ہی کے تعلق سے اس کی تحقیق کی جاتی ہی۔ اس طرح سائنس کو ہم موضوعات کا ایک سلسلہ سمجھ سکتے ہیں جس کے ایک سرے پر طبیعیات ہی، درمیان میں حیاتیات ہی اور آخر میں نفسیات ہی۔ نفسیات کی راہ سے ہم منطق، طبیعیات اور دیگر علوم تک پہنچ جاتے ہیں۔ نفسیات سے ہم کو نظریہ علم تک رسائی ہوتی ہی۔ اور ہم اس بات کو ناقدانہ نظر سے معلوم کر سکتے ہیں کہ ہم کسی چیز کو منطق یا حواس یا دونوں کے خوش گوار امتزاج کے ذریعہ کیوں کر جانتے ہیں۔ پس نفسیات سے پھر اپنے مقام آغاز پر پہنچ جاتے ہیں۔

طبیعیات

ہم نے دیکھا کہ تقسیم علوم میں اولیت علوم طبیعیہ کو حاصل ہی۔ علوم طبیعیہ کا تعلق زیادہ تر طبیعیات سے ہی۔ طبیعیات مشتق ہی "طبیعت" سے جس کے معنے ہیں سرشت کے۔ انگریزی میں اس کو فزکس کہتے

ہیں جو یونانی لفظ "فزس" سے ماخوذ ہے۔ اس کے معنے بھی سرشت کے ہیں۔

سب سے پہلے انسان نے طبیعیات ہی کا علم حاصل کیا۔ اس لئے جملہ علوم کی بنیاد طبیعیات کو قرار دیا جا سکتا ہے۔ طبیعیات میں خود بہت سی شاخیں ہیں اور ہر شاخ میں کافی وسعت اور ترقی ہوئی ہے۔ اس لئے بہ حیثیت مجموعی طبیعیات میں اس قدر زبردست ترقی ہوئی ہے کہ کسی اور علم میں اتنی نہیں ہوئی۔

طبیعیات کی داستان

سائنس یا طبیعیات میں جو معلومات ہو سکی ہیں وہ ایک دن میں نہیں حاصل ہوئیں۔ ہمارے اجداد نے نہ تو برقی لمپ دیکھا تھا نہ دخانی جہاز، نہ موٹر کار۔ نہ انھوں نے کبھی کوئی تار روانہ کیا اور نہ کبھی ٹیلیفون سے گفتگو کی۔ اور لاسلکی نشر کا تو اُنھیں وہم و گمان بھی نہ ہوگا۔ جو کچھ انھیں معلوم تھا وہ بھی مبہم اور غیر منظم تھا۔ لیکن جب سے انسان نے ہوش سنبھالا ہے ہمارے تاریخی ذرائع شہادت دیتے ہیں کہ انسانوں میں ایسے نفوس ضرور رہے ہیں جو محض 'حواس' کی شہادت پر اکتفا نہ کرتے تھے بلکہ پس پردہ سبب دریافت کرنے کی فکر کرتے تھے۔ جب وہ مثلاً زلزلہ، گرج اور بجلی اور فطرت کے دیگر اسرار کی توجیہہ سے قاصر رہتے تھے تو ان کو وہ بعض اوقات مافوق فطری قوتوں سے منسوب کر دیتے تھے۔

بہرصورت انسان نے اپنے ماحول کو سمجھنے کی جو کوششیں کی ہیں اُن کی داستان بہت دلچسپ ہے اور سبق آموز بھی کیوں کہ صبر و استقلال نے انسان کو بالآخر منزل مقصود تک پہنچایا۔ اسی لئے ہم طبیعیات کی داستان کو اسی پیرایہ میں بیان کریں گے۔

طبیعیات کا مطالعہ عام طور پر حسب ذیل عنوانوں میں کیا جاتا ہے:- (۱) میکانیات یا حیل (۲) حرارت (۳) نور (۴) آواز (۵) مقناطیسیت (۶) برق (۷) عام خواص مادہ۔ ہم بھی اس داستان کے مختلف دور قائم کر کے ہر دور کے تحت ان ہی عنوانوں کے حالات بیان کریں گے۔

دوسرا باب

ابتدائی دور

بابلی، مصری، ہندی دور

تمدّن کی ابتدا تاریخ کا جب آغاز ہوا ہے تو تمدن سب سے پہلے چار بڑے دریاؤں دجلہ، فرات، سندھ اور نیل کی وادیوں ہی میں نمودار ہوا۔ ان وادیوں میں جو لوگ بستے تھے ان میں سے ہم مصر اور بابل والوں ہی کے متعلق زیادہ جانتے ہیں اور وہ بھی اس وجہ سے کہ یونانی مورخوں نے اپنی تحریروں میں اُن کا ذکر کیا ہے۔ اس ذکر سے ہم کو کچھ زیادہ نہیں معلوم ہوا۔ لیکن زمانۂ حال میں اُس زمانے کی عمارتوں، تختیوں اور نقاشیوں کے آثار برآمد ہوئے ہیں اور شاہی مقبرے بھی اُس زمانے کے کھودے گئے جن میں روزمرہ کی اشیا، آرائشی سامان اور نوشتے پائے گئے۔ اس وجہ سے ہماری معلومات میں اضافہ ضرور ہوا گو زیادہ نہ ہوا۔ بات یہ ہے کہ اس قسم کی معلومات اکثر تشنہ ہی رہتی ہیں کیوں کہ اول تو یہ لازمی ہے کہ پرانے نوشتے کسی نہ کسی حیثیت میں محفوظ ہوں دوسرے یہ کہ ان کا انکشاف ہو اور آج کل کے محقق ان کو صحیح طور پر پڑھ سکیں۔ ان دقتوں کے باوجود بہت کچھ معلومات حاصل ہو چکی ہیں اور مزید معلومات حاصل ہوتی جا رہی ہیں۔

بابلی عملی شکل میں سائنس کی بنیاد کہنا چاہیئے اس وقت پڑی جب کہ روزمرہ کی معلومات کو صنعت کے ساتھ ملاکر ایک معیار پر لایا گیا۔ اس کی مثال سب سے پہلے ہم کو بابلی حکمرانوں میں ملتی ہے۔ جن کا زمانہ حضرت مسیح سے کوئی ۲۵۰۰ برس بیشتر کا ہے۔ اس زمانے میں بھی طبیعی پیمائشوں کے لئے معین اکائیوں کی ضرورت اور اہمیت کو محسوس کر لیا گیا تھا۔ چنانچہ شاہی فرمان نے طول، وزن اور گنجائش کے معیاری اوزان مقرر کر دئے۔

بابلیوں نے طول کی اکائی ایک انگل مقرر کی۔ جو ۱،۶۵ سینٹی میٹر یا $\frac{2}{3}$ انچ کے برابر ہے۔ ایک قدم میں وہ ۲۰ انگل مانتے تھے اور ایک ہاتھ کو ۳۰ انگل کی برابر سمجھتے تھے۔ ۱۲ ہاتھ کو وہ ایک پول اور پیمائشی جریب میں وہ ۱۲۰ ہاتھ مانتے تھے۔ فرسخ یا لیگ اُن کے نزدیک ۱۸۰ جریب کے برابر تھا جو آج کے حساب سے ۶،۶۵ میل ہوا۔

وزن کے پیمانے اُن کے پاس جبّہ (یا گرین) مسادی ۰،۰۴۱ گرام، شاکل[۱] مسادی ۸،۴۱۶ گرام اور وزنہ[۲] مسادی ۳۰،۵ کلوگرام یا $67\frac{1}{2}$ پونڈ تھے۔ تبادلہ کے ذریعہ کے طور پر ابتدا سے جَو استعمال ہوتے تھے۔ بعد میں تانبے اور چاندی کی اینٹیں استعمال ہونے لگیں۔

بابلی مبادی حساب سے بھی واقف تھے۔ ان کی تختیوں میں پہاڑوں، مربعوں اور مکعبوں کی جدولیں پائی گئی ہیں۔ اکائیوں میں وہ اثنا عشری نظام استعمال کرتے تھے، جس سے کسروں کی پیمائش میں سہولت ہوتی تھی۔ ساتھ ہی ساتھ دس انگلیوں کی بناء پر عشری نظام بھی استعمال کرتے تھے۔ اور چوں کہ دونوں نظاموں سے واقف تھے اس لئے عدد "۶۰" کو خاص اہمیت حاصل تھی۔

Talent = Shekel

وہ ہندسہ سے بھی واقف تھے اور پیمائش کے سلسلے میں بعض ضابطوں اور شکلوں سے واقف تھے۔

بابلیوں نے ہی وقت کی باضابطہ پیمائش کی طرح ڈالی۔ ابتداءً جب کسی قوم میں زراعت پھلتی پھولتی ہے تو موسموں کے علم کی اہمیت نمایاں ہو جاتی ہے۔ گیہوں اور جَو فرات کے قرب وجوار میں پیدا ہوتے تھے۔ اور غذائی حیثیت سے اُن کی کاشت کی جاتی تھی۔ کیوں کہ ان کی مٹی کی تختیوں میں اس کا ذکر ہے اور بابلی مصوّری میں ہَل بھی دکھایا گیا ہے۔ غلّوں کی کاشت میں موسمی محنت اور کافی مقدار میں پانی کی ضرورت ہوتی ہے۔ پس ایک جنتری کا ہونا لابدی تھا۔ فرات اور نیل کی وادیوں میں فلکی مشاہدات کی ابتدا کی ایک وجہ یہ بھی معلوم ہوتی ہے۔

وقت کی اکائی کی حیثیت سے دن کو فطرت نے انسان پر عائد کیا ہے۔ جب طویل تر مدت کی ضرورت ہوئی تو مہینہ لیا گیا۔ اور ہر مہینے کا آغاز نئے چاند سے ہوتا۔ پھر اس بات کی کوشش کی گئی کہ موسموں کے دور میں موسموں کی تعداد دریافت کی جائے۔ بہرحال ۲۰۰۰ برس ق م کے قریب بابلیوں نے اس امر پر اتفاق کر لیا تھا کہ سال ۳۶۰ دن کا ہوگا اور سال میں ۱۲ مہینے ہوں گے۔ اور وقتاً فوقتاً زائد مہینے لگا کر کمی کو پورا کیا کرتے تھے۔

ستینی[a] (۶۰ کا) پیمانے کے استعمال کی وجہ سے بابلیوں نے دن کو گھنٹوں میں تقسیم کیا۔ ایک گھنٹے میں ۶۰ دقیقے[b] اور ایک دقیقہ میں ۶۰ ثانیے[c] مانے۔ دائرے کو انھوں نے ۳۶۰ درجے دیئے، ہر درجے میں قوس کے ۶۰ دقیقے اور ہر دقیقہ میں ۶۰ ثانیے رکھے۔ ان اکائیوں کی اہمیت کا اندازہ

---

[a] Sexagesimal [b] Minutes [c] Seconds

اس طرح لگایا جاسکتا ہی کہ آج کا غریب سے غریب مزدور بھی اپنی مزدوری کے حساب میں اسی گھنٹے کا استعمال کرتا ہی جس کا چلن بابل میں تھا۔ اسی طرح آج کا بڑے سے بڑا انجینیر اور مشہور سے مشہور ستارہ شناس بھی زاویوں کی پیمائش کے لئے درجوں، دقیقوں اور ثانیوں کو اسی طرح استعمال کرتا ہی جیسا کہ صدیوں پہلے دجلہ اور فرات کے دوآبہ میں دستور تھا۔ یہ گویا بعد کے آنے والوں پر بابلیوں کا احسان عظیم ہی۔

ثابت ستاروں میں سورج اور دوسرے سیاروں کی ظاہری حرکت کا مشاہدہ بابلیوں نے کیا اور سورج چاند اور پانچ دوسرے سیاروں پر دنوں کے نام رکھ کر ایک ہفتہ قائم کیا۔ وقت کی پیمائش کے لئے یہ اکائی اور ہاتھ آئی۔ آسمان پر سورج کے راستے کو انھوں نے بارہ حصوں میں تقسیم کیا تاکہ مہینوں کے ساتھ مطابقت ہو جائے۔ ہر حصّہ کو کسی نہ کسی دیوتا یا جانور سے انھوں نے منسوب کیا اور اس کے لئے ویسی ہی علامت مقرر کی۔ اس طرح یہ حصّے یا برج عقرب، اسد، سرطان وغیرہ جانوروں سے منسوب ہو گئے اور یہ نام آج تک باقی ہیں۔

بابلیوں ہی میں سب سے پہلے علم نجوم کی بنیاد پڑی جس کا اساسی مسئلہ یہ ہی کہ سیارے اور ستارے جانداروں بالخصوص انسان کی زندگی پر اثر ڈالتے ہیں۔ اُن کا یہ ورثہ آج تک باقی ہی۔ ہم کو یہاں علم نجوم سے بحث نہیں ہی۔ البتہ علم ہیئت[1] یا فلکیات میں جو درجہ اوّل کا انکشاف بابلیوں نے کیا وہ دائرۃ البروج[2] پر نقاط اعتدال[3] کی خفیف حرکت (تقریبًا ۱۲ درجہ فی صدی)

---

[1] Astronomy [2] Ecliptic

[3] Equinoctial Points

ہے۔ اسی کو استقبالِ اعتدالین[1] کہتے ہیں۔ اس کا سہرا بابلی فلکی قیدناس[2] نامی کے سر ہے۔ جو ۳۴۳ ق م فرات کے کنارے مقام سپرا[3] کے فلکی مدرسہ کا ناظم تھا۔ اس سے پیش تر اس انکشاف کو یونانی فلکی ہپارکوس[4] سے منسوب کیا جاتا تھا۔

وقت کی پیمائش کے لئے دھوپ گھڑیاں اور پن گھڑیاں کام میں لائی جاتی تھیں۔ سورج کے زاوی ارتفاع کو معلوم کرنے کے لئے وہ سادہ ترین دھوپ گھڑی استعمال کرتے تھے جس میں معین طول کی ایک انتصابی سلاخ ہوتی تھی۔ اس سلاخ کا جو سایہ پڑتا تھا اس کی سمت اور اس کے طول سے وہ زاویہ کا حساب لگا لیتے تھے۔

زیوروں اور قیمتی چیزوں کے وزن کرنے کے لئے وہ ڈنڈی ترازو استعمال کرتے تھے۔

مصری

زمانۂ قدیم کے بڑے بڑے تمدنوں میں ہم کو مصر کا تمدن بھی بڑا نظر آتا ہے۔ البتہ یہاں ہم کو مذہبی نقطۂ نظر سے بابلیوں سے فرق محسوس ہوتا ہے۔ مصریوں کی دیومالا میں آسمانی قوتوں کو دوستانہ دکھلایا گیا ہے کہ وہ انسانوں پر نگرانی رکھتی ہیں، ان کی حفاظت کرتی اور رہنمائی کرتی ہیں اس دنیا میں بھی اور آخرت میں بھی۔ بظاہر اس اختلاف کا ایک سبب طبعی ماحول بھی ہے۔ کلدانیہ کے مقابلے میں مصر کی آب و ہوا زیادہ ہم وار تھی۔ دریائے نیل میں طغیانی باقاعدہ اور بلاناغہ آتی تھی۔ اور وہی تمام زرخیزی کی بنیاد تھی۔ یہ دریا گویا دوستانہ اور قابلِ اعتماد تھا۔ دوسرے الفاظ میں آسمانی طاقتوں کا پرتو تھا۔

مصری تمدن بہت ہی قدیم زمانے سے کافی ترقی کرچکا تھا۔ چنانچہ

---

[1] Precession of the Equinoxes　　Ecliptic

[3] Sippra　　[4] Hipparchus

وقت کی پیمائش کے لئے ایک سالانہ جنتری تیار کرلی گئی تھی ۲۰۰۰ء اور ۱۵۰۰ ق م کے درمیان معلوم ہوتا ہے کہ مصریوں نے عملی فنون میں نمایاں ترقی کرلی تھی۔

علم حساب میں مصریوں کا علم کلدانیوں سے زیادہ نہ تھا۔ وہ بھی عشری نظام میں شمار کرتے تھے۔ دس تک کے عددوں کو برابر برابر نشانوں سے ظاہر کرتے تھے۔ اور دہائیوں کو لانما علامتوں سے ظاہر کرتے تھے۔

دریائے نیل میں جو طغیانیاں آتی تھیں اُن میں اراضیاں دب جاتی ہوں گی اور حدود کے نشانات سب مٹ جاتے ہوں گے۔ اس لئے فن پیمائش کا نشوونما جلد ہی ہوا ہوگا۔ گو مصری اس فن کو اپنے دیوتا توتھ کی طرف منسوب کرتے تھے۔ بہرحال رسیوں سے اراضی کی پیمائش کی جاتی تھی حساب اور ہندسہ کی تاریخ کے سلسلے میں دستاویزی شہادت ایک پیپیرس کی شکل میں دستیاب ہوئی ہے جو برطانوی عجائب خانے میں محفوظ ہے۔ یہ نوشتہ سولہ تا اٹھارہ سو برس قبل مسیح میں لکھا گیا۔ اس کو ایک مذہبی پیشوا "اہموز" نامی نے لکھا وہ بیان کرتا ہے کہ ایک قدیم تر نوشتہ سے اس نے نقل کیا ہے۔ جو بارہویں خاندان کے ایک بادشاہ کے زمانہ کا ہے یعنی ۲۲۰۰ برس ق م کا۔ اس میں حساب کے عملوں اور کسروں کا ذکر ہے ضرب بار بار جمع کرنے سے حاصل ہوتی تھی۔ مساحت کے قاعدے بھی کچھ درج ہیں۔

ہیئت میں مصری وہاں تک نہیں پہنچے جہاں کلدانی پہنچے تھے مصری بروج کو اپنے دیوتاؤں سے منسوب کرتے تھے۔ چھتوں میں اور تابوتوں کے اندر نقاشی کے ذریعہ اس کا اظہار کیا کرتے تھے۔ شروع میں وہ نیل کی طغیانی سے سال کا شمار کرتے تھے۔ بعد میں جب صحیح تقویم تیار ہوگئی تو اس دن سے شمار کرنے لگے جب کہ سورج ستارہ صطلس (یعنی شعرا) کے ساتھ طلوع

ہوتا تھا۔ نجمی سال ۳۶۰ دن کا تھا۔ اس میں ۳۶ ہفتے ۱۰ دن فی ہفتہ کے حساب سے ہوتے تھے۔

کائنات کے متعلق مصری بابلیوں کے ہم نوا تھے۔ اس کو وہ ایک مستطیل بکس کی طرح سمجھتے تھے۔ شمالاً جنوباً طول کو بڑا مانتے تھے۔ اس کے پیندے کو قدرے مقعر اور اس قعر کے مرکز پر مصر کو واقع سمجھتے تھے۔ آسمان کو وہ چپٹا یا ڈاٹ دار خیال کرتے تھے جو چار ستونوں یا پہاڑی چوٹیوں پر قائم ہو۔ ستارے اُن کے نزدیک چراغ تھے جو آسمان سے طنابوں کے ذریعہ لٹکے ہوئے تھے اس مستطیل کے کنارے کنارے ایک بڑا دریا بہتا تھا۔ اس دریا پر ایک کشتی چلتی تھی۔ کشتی میں قرص آتشیں یعنی سورج تھا۔ اسی آسمانی دریا کی ایک شاخ دریائے نیل بھی تھی۔

اگر مصری فلکیات میں کلدانیوں سے پیچھے تھے تو طب میں وہ اُن سے بہت آگے تھے۔ ۱۶۰۰ ق م کے ایک پیپرس سے پتہ چلتا ہو کہ دنیا کا سب سے پہلا طبیب "امہوطپ" نامی تھا جو ۴۵۰۰ برس ق م میں گزرا ہو۔ دوا سازی اور جوہر سازی میں مصریوں نے کمال حاصل کیا تھا۔ مصریوں کی اکثر دواؤں نے عالمگیر شہرت حاصل کرلی۔ دواؤں کے وزن کرنے میں وہ ۰۱۷ء گرام (تقریباً ۱ ماشہ ۳ رتی) کے سے چھوٹے وزن استعمال کرتے تھے۔

مصری زیادہ تر اپنی تعمیر اور پیمائش کی وجہ سے مشہور ہیں۔ چناں چہ ۳۸۰۰ ق م تک مصر کے بڑے اہرام اور ابوالہول تیار ہو چکے تھے۔ ان کو دیکھ کر ہم کو تسلیم کرنا پڑتا ہو کہ اس سے بیشتر مصر میں تہذیب و تمدّن کا کافی دور دورہ رہا ہوگا۔

ہندی اس بات کا بھی دعویٰ کیا گیا ہو کہ چین میں سائنس کو بہت ترقی

ہوئی۔ لیکن اس کے متعلق شہادت بہت کم ہے۔ اس لئے ابتدائی تمدنوں میں سے ہم یہاں صرف ہندوستان کا ذکر کریں گے۔ یہاں بھی تاریخی مواد کی کمی ہے تاہم تھوڑا بہت ضرور معلوم ہے۔ چناں چہ اسکندر اعظم سے پہلے سائنسی سرگرمیوں کا زیادہ پتہ نہیں چلتا۔ البتہ اخلاقی فلسفہ میں کپل وستو کے سکیا منی گوتم بدھ (۵۰۰ — ۴۸۰ ق م) کا نام پیش پیش ہے۔

مورخین کا خیال یہ ہے کہ طب کے علاوہ سائنس کی شاخوں میں ہندوؤں کے کارناموں کا جو پتہ نہیں چلتا تو اس کا سبب اُن کی مذہبی تعلیم ہے۔ بدھ نے اپنے مذہب کی بنیاد پریم اور ودّیا پر رکھی۔ عقل اور صداقت کا احترام سکھایا۔ یہ سب باتیں سائنس کے بہت موافق تھیں۔ لیکن دوسری تعلیمات نے ان کو کالعدم کر دیا۔ "مایا ہے سب مایا" اس پر بہت زور دیا گیا۔ اور نفی ذات کو روحانیت کی تکمیل کے لئے واسطہ بنایا گیا۔ اس نقطہ نظر سے مادی اصلاح و ترقی کا رجحان باقی نہیں رہتا۔ اور یہ نہ ہو تو پھر عملی سائنسی علم میں ترقی معلوم! البتہ طب کا فن اس تعلیم سے مطابقت رکھتا تھا اس لئے اس کی طرف کافی توجہ رہی۔

بہ ایں ہمہ اس فلسفہ میں ایک چیز ایسی ضرور ملتی ہے جس کو قطعی طور پر سائنٹفک کہا جا سکتا ہے۔ ایک ابتدائی جوہری نظریہ قائم کیا گیا۔ یہ نہیں کہا جا سکتا کہ یہ نظریہ آزادانہ طور پر قائم کیا گیا تھا یا یونانی اثرات کا نتیجہ تھا۔ بہرحال مسیحؑ سے ایک یا دو صدی قبل عدم تسلسل کا مفہوم "زمان" میں بھی چلایا گیا۔ اس نظریہ کے بہ موجب "ہر شے ایک آن کے لئے موجود ہوتی ہے۔ دوسری آن اس کا بدل موجود ہو جاتا ہے۔ جیسا کہ سینما میں ہوتا ہے۔ پس شے کچھ نہیں بجز اس کے کہ ایسے آنی وجودوں کا ایک سلسلہ ہے۔ گویا

زمان کو بھی 'جو ہر دں' میں تقسیم کر دیا گیا ہے"۔ یہ نظریہ اس لئے قائم کیا گیا تھا کہ اشیاء میں جو ایک مفروضہ دائمی تغیر ہوتا ہے اس کی توجیہ مسلسل تخلیق کے عمل سے کی جاسکے۔

سائنس اور بالخصوص طبیعیات کی دنیا پر ہندوؤں کا سب سے بڑا احسان یہ ہے کہ انھوں نے گنتی کو ظاہر کرنے کے لئے 'ہندسے' استعمال کئے اور اُن میں صفر کو ایجاد کیا۔ یہ ہندسے عربوں کو پہنچے وہاں سے یورپ میں پھیلے۔ اس لئے مغربی ممالک میں ان ہندسوں کو 'عربی اعداد' کہا جاتا ہے۔

تیسرا باب

یونانی دور

تمہید قدیم دنیا میں علم کے جتنے دھارے تھے وہ سب یونان میں آکر مرکوز ہو گئے۔ وہاں ان دھاروں کو چھانا گیا اور صاف کیا گیا۔ اور پھر اُن سے نئے نئے نفع بخش نالے نکالے گئے۔ یہ عظیم الشان کارنامہ اس نسل کا ہے جو یونانی کہلاتی ہے۔ یورپ میں سب سے پہلے یہی قوم تھی جس نے گمنامی سے نکل کر بام شہرت پر قدم رکھا۔

مسیحؑ سے کوئی ۶۰۰ سال قبل اہل یونان ہی تمام قوموں پر اپنے علم وفضل کی وجہ سے سبقت لے گئے تھے۔ اُن میں نوشت وخواند، تحریر وتقریر، ردّ وقدح کا کچھ ایسا ہی چرچا تھا جیسا کہ آجکل اہل مغرب میں ہے۔ لیکن بعض امور میں وہ آج کل کے خیالات سے بالکل مختلف خیالات رکھتے تھے۔ مثلاً وہ زمین کے گول ہونے کے قائل نہ تھے۔ وہ اُسے چپٹی اور سمندر سے محصور سمجھتے تھے۔ وہ آتش فشاں پہاڑ (کوہ اینا) کو اپنے دیوتا ولکن کا کارخانہ خیال کرتے تھے جہاں بیٹھ کر وہ دیوتاؤں کے سردار زیوس کے لئے بجلی کے بان بنایا کرتا تھا۔ پہاڑ کے دہانے کو وہ دود کش مانتے تھے۔ آفتاب کو وہ ایک دیوتا تصور کرتے تھے۔ اپنی زبان میں اس کو ہیلیوس کہتے تھے۔ یہ دیوتا اپنے رتھ میں سوار ہو کر ہر روز مشرق سے مغرب کو جایا کرتا تھا۔ غرض کہ اسی طرح کے اور بھی خیالات

اُن کے تھے۔ ان کے خلاف ماننے والوں کو وہ بے دین اور دیوتاؤں کا منکر سمجھتے تھے۔

لیکن آگے چل کر ان ہی یونانیوں نے موجوداتِ فطرت کا مطالعہ کیا تو بہت سی باتیں دریافت کر ڈالیں۔ ٹرائے کو فتح کر کے اہلِ یونان نے ایشیا کوچک کے ساحل پر نئی بستیاں بسائیں۔ ان نوآبادیوں میں "آیونیا" نام کی ایک بستی سب میں بڑی تھی۔ اس کے رہنے والوں نے علم و فضل میں بہت نام پیدا کیا۔

ان ہی یونانیوں نے منطق، مابعدالطبیعیات (الٰہیات)، ادب اور فنون میں حیرت انگیز تخلیقی کمالات دکھلائے۔ ان علوم میں اُن کی ذہانت اور فطانت نے خوب جوہر دکھائے۔ تاریخِ طبعی اور ہیئت میں انھوں نے زبردست قوّتِ مشاہدہ کا ثبوت دیا۔ اور تخلیقِ کائنات سے متعلق قیاس آرائی کے میدان میں انھوں نے خوب خوب گھوڑے دوڑائے۔

البتہ علومِ طبیعیہ میں اُن کے کارنامے نسبتًا بہت کم ہیں۔ کیوں کہ مشاہدے سے تجربہ بازی تک اقدام مشکل ثابت ہوا۔ افلاطون اور ارسطو کے کوئی ۲ ہزار برس بعد جا کر کہیں تجربہ کو وہ حیثیت حاصل ہو سکی جس کا وہ مستحق تھا۔ مشاہدے میں ہم صرف مطالعہ کرتے ہیں فطرت کے اُن مظاہر کا جن کا علم ہم کو بغیر کسی خارجی مدد کے حواس کے ذریعہ ہوتا ہے۔ تجربہ بازی سے یہ مطلب ہے کہ ہم فطرت میں خاص خاص حالات پیدا کر کے دیکھتے ہیں کہ نتیجے کیا برآمد ہوئے۔ اس نقطۂ نظر سے دیکھا جائے تو ہم کو ارشمیدس کے زمانے سے تجربہ کی منزل کا پتہ چلتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ نظری علوم کے مقابلے میں یونانیوں نے زیادہ تجربے انجام نہیں دیے۔

میکانیات

میکانیات[لہ] یا علم حِیَل کی ابتدا یوں ہوئی کہ انسان کو اپنی جسمانی ضروریات پورا کرنے کے لئے چند ہتھیاروں اور آلوں کی ضرورت ہوئی۔ اُن کو سمجھنے کی اس نے کوشش کی اور فطرت میں حرکت کا مشاہدہ کیا۔ تو اس علم کی بنیاد پڑی۔ اس علم کا نام "علم جرِّ ثقیل" بھی ہے یعنی بھاری بوجھوں کے اٹھانے یا کھینچنے کا علم۔ اس کے لئے کسی 'حیلہ' (جمع حِیَل) یا میکانیہ (میکینزم) کی ضرورت تھی۔ اب اسی کا مفہوم وسیع ہوگیا ہے اور ٹھوس مائع یا گیسی اجسام کی تمام حرکت اور سکون اس میں شامل ہے۔ اس لئے طبیعیات کی اس شاخ کو میکانیات کہتے ہیں

ارسطو:- میکانی موضوعات کا ذکر ارسطو کی تحریروں میں ملتا ہے۔ یہ حکیم یونان کے نامور فلسفیوں میں شمار ہوتا ہے بلکہ مَشّائی مکتبِ فلسفہ کا بانی ہے۔ اس کا اصلی نام ارسطاطالیس عرف ارسطو ہے۔ یہ مقدونیہ کی بندرگاہ اَستاغیرہ میں ۳۸۴ ق م میں پیدا ہوا۔ اسی واسطے سے ارسطو استاغیری کہلاتا ہے۔ اس کا باپ نقوماکوس شاہ مقدونیہ اَمِنتاس ثانی کا درباری تھا۔ یہ دراصل یونانی تھا لیکن مقدونیہ میں سکونت اختیار کرلی تھی۔ آبائی پیشہ طبابت تھا۔ خاندانی روایت کے طور پر تقطیہ یا چیر پھاڑ کا فن باپ سے بیٹے کو منتقل ہوتا چلا آتا تھا۔



حکیم ارسطو
(مرتب اصول علم ہیئت)

لہ Mechanics

تعلیم کے لئے ارسطو یونان کے پایۂ تخت ایتھنس چلا گیا۔ جہاں اس نے بیس سال گزارے۔ ان میں تیرہ سال مسلسل اس نے اپنے نامور استاد افلاطون (۴۲۷ — ۳۴۷ ق م) کے ساتھ گزارے۔ پھر تین برس وہ بثنیہ میں ایک حاکم کے پاس رہا۔ ۳۴۳ ق م میں وہ مقدونیہ آیا جہاں اس کو شہزادہ سکندر کی اتالیقی سپرد کی گئی۔ ۳۳۵ ق م میں وہ ایتھنس چلا گیا جہاں اس نے ایک مدرسہ قائم کیا جس میں اس نے تیرہ برس تک درس دیا۔ بالآخر ۳۲۲ ق م میں اس کا انتقال ہو گیا۔

ارسطو نے اپنی یادگار میں بہت سی کتابیں چھوڑی ہیں۔ اس کی کل تصنیفات کی تعداد ہزار تک بتائی جاتی ہے۔ اس نے طبیعیات، ریاضیات اور الٰہیات وغیرہ پر کتابیں لکھیں طبیعیات پر اس کی تصنیفات آٹھ بتلائی جاتی ہیں۔ ۱۴۸۹ء میں وینس میں بزبان لاطینی پہلی مرتبہ ارسطو کی تصنیفات ابن رشد کی شرح کے ساتھ شائع ہوئیں۔

طبیعیات کی کتابوں سے پتہ چلتا ہے کہ ارسطو کو قوتوں کے متوازی الاضلاع کا اصول کم از کم مستطیل کی حد تک معلوم تھا۔ کسی جسم پر کوئی قوت عمل کرتی ہے تو وہ جسم حرکت میں آجاتا ہے۔ اس حرکت کو بیان کرنے کے لئے قوت کی مقدار اور سمت دونوں کا معلوم ہونا ضروری ہوتا ہے۔ اب فرض کرو کہ اس جسم پر ایک اور قوت عمل کرتی ہے۔ اس کی مثال یوں سمجھنا چاہیئے کہ کسی کشتی کو ساحل پر ذرا فصل سے کھڑے ہوئے دو شخص رسیوں کے ذریعہ کھینچ رہے ہیں کشتی دونوں میں سے کسی شخص کی طرف رخ نہیں کرے گی بلکہ دونوں کے درمیان حرکت کی ایک سمت اختیار کرے گی۔ یہی اصول توازی الاضلاع کہلاتا ہے۔ اگر دونوں قوتیں ایسی سمتوں میں عمل کر رہی ہیں کہ درمیانی زاویہ ۹۰ درجہ کا بنتا ہے

تو شکل مستطیل حاصل ہوتی ہے ورنہ متوازی الاضلاع رہتی ہے۔ اس سے معلوم ہوا کہ مستطیل متوازی الاضلاع کی ایک خاص صورت ہے۔ پس ارسطو کو صرف خاص صورت معلوم تھی عام مسئلہ سے واقفیت کا پتہ نہیں چلتا۔

ارسطو نے بیرم[1] کا نظریہ بھی بیان کرنے کی کوشش کی ہے۔ بیرم سے مراد ایک ڈنڈی ہے جو کسی نقطہ یا نصاب پر سہاری گئی ہو۔ چنانچہ معمولی ترازو بھی دراصل ایک بیرم ہے۔ ارسطو نے یوں بیان کیا ہے کہ نصاب سے قوت زیادہ تر فاصلے پر ہو تو وہ کسی وزن کو زیادہ آسانی سے حرکت میں لے آئے گی کیوں کہ وہ ایک بڑا دائرہ طے کرے گی۔ بیرم کے سرے پر وزن کی حرکت کو اس نے مماسی[2] اور عمادی[3] اجزا میں تقسیم کیا۔ مماسی جز کو وہ حرکت طبعی یا وضعی کہتا ہے اور عمادی حرکت کو حرکت خلاف طبع کہتا ہے۔ آج کل کے خیالات کے بموجب "خلاف طبع" کی اصطلاح ناموزوں اور گمراہ کن ہے۔

گرتے ہوئے اجسام سے متعلق ارسطو کے خیالات صداقت سے بہت دور تھے۔ مگر ہم اُن سے بے اعتنائی نہیں برت سکتے کیوں کہ دور وسطیٰ اور دور احیا میں اس کا سکہ اس قدر زبردست تھا کہ 'سائنسی فکر' پر اس نے بہت اثر ڈالا ہے۔ اس کا مقولہ تھا کہ جسامت مساوی ہونے کی صورت میں ایک جسم دوسرے جسم سے اس وقت بھاری ہوتا ہے جب کہ وہ نیچے کی جانب تیز تر حرکت کرے"۔ دوسری جگہ اس نے یہ بتلایا کہ اجسام اپنے وزنوں کے تناسب میں تیز تر گرتے ہیں"۔ اس سے بڑھ کر کوئی بیان صداقت سے بعید نہیں ہوسکتا۔

آج کل کے ایک مصنف نے طبیعیاتی کی حیثیت سے ارسطو کی طرف سے صفائی پیش کی ہے۔ وہ کہتا ہے کہ "مشاہدے کے لئے ارسطو کے پاس جدید

---

[3] Normal　[2] Tangential　[1] Lever

آلات مثل خورد بین، دوربین، تپش پیما، بار پیما وغیرہ کے ہوتے تو وہ ان سب کو بہت بہتر طریقہ پر کام میں لاتا" اس کا جواب یہی ہی کہ گرتے ہوئے اجسام سے متعلق تجربہ کرنا تو اس کے امکان میں تھا۔ اگر وہ صرف نامساوی وزنوں کے دو پتھر لے لیتا اور ان کو ایک ساتھ گرا دیتا تو اُسے معلوم ہو جاتا کہ ایک پتھر اگر دوسرے سے پانچ گنا بھاری ہو تو گرتے وقت وہ پانچ گنی تیزی سے نہیں گرتا۔

ایک صاحب نے یہ بھی دعوا کیا ہی کہ ارسطو کو غلط سمجھا گیا ہی۔ جب کوئی جسم ہوا جیسے حرکت میں مزاحمت پیش کرنے والے واسطے میں سے گزرتا ہی تو اس میں ایک "حدودی رفتار"[۱] پیدا ہو جاتی ہی جب کہ واسطے کا ابطار یعنی مزاحمت جذب زمین کی وجہ سے اسراع[۲] کے ٹھیک برابر ہو جاتا ہی۔ دعوا یہی ہی کہ ارسطو کے ذہن میں یہی حدودی رفتار تھی۔ ایک انچ کی ہوا میں ایک ثانیہ کے اندر ۳۰ فٹ سے زیادہ تیز نہیں گر سکتی۔ ایسی حدودی حرکت کی مثال بارش کے قطرے یا اولے کی حرکت میں ملتی ہی یا پھر چمنی میں اوپر کی طرف دھوئیں کی حرکت میں۔ نیوٹن نے یہی تجربے انجام دیے تو اس سے معلوم ہوا کہ مزاحمت پیش کرنے والے واسطے میں مساوی جسامت کے کرے گر رہے ہوں تو ان کی حدودی رفتاریں اُن کے وزنوں کے تناسب میں ہوتی ہیں۔ نیوٹن نے اپنی کتاب "پرنسیپیا"[۳] (اصول) کی جلد دوم کے مسئلہ ۴۰ میں اس مسئلہ کو شرح و بسط سے بیان کیا ہی۔

باقی رہا یہ سوال کہ گلیلیو اطالوی وغیرہ نے ارسطو کو غلط سمجھا ہو تو اس کا

ف۱ Terminal Velocity　ف۲ Acceleration = ہر ثانیہ میں رفتار میں جو تیزی پیدا ہوتی رہتی ہی اس کو اصطلاحاً اسراع کہتے ہیں　ف۳ Principia

فیصلہ خود ارسطو کی تصانیف کے مطالعہ سے ہو سکتا ہے۔ وہ گرتے اجسام کے کلیے کو اجسام کی حرکتوں اور خلا کے وجود کے امکان کی بحثوں میں متعدد دفعہ استعمال کرتا ہے۔ ان بحثوں پر تنقیدی نظر ڈالنے سے معلوم ہوتا ہے کہ وہ اپنے کلیے کو اس وقت قابل اطلاق سمجھتا تھا جب کہ حرکت کا آغاز سکون سے ہوا ہو، جب کہ اجسام ایک ہی دھات مثل، سونا یا سیسا کے مختلف وزن ہوں اور جب کہ مدّتِ حرکت گھٹائی یا بڑھائی جائے۔ وہ اپنے کلیے کو خلا میں حرکت پر عائد کرنے پر آمادہ نظر آتا ہے، بشرطے کہ خلا کا امکان ہو۔ اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ ارسطو نے اپنے کلیے میں ایسی عمومیت رکھی جس میں وہ خاص حالات آ گئے جن کے تحت ۲۰۰۰ برس بعد گلیلیو نے اپنے مشہور و معروف تجربے انجام دئے۔

ارسطو کے بیان خطا دراصل یہ تھی جو ارشمیدس سے پہلے کے تمام فلاسفہ میں مشترک تھی کہ وہ کثافت[۱] یا کثافت نوعی[۲] کے مفہوم سے آشنا نہ تھے۔ یہی وجہ ہے کہ ارسطو کو یہ نہ معلوم ہو سکا کہ ماحول کے مقابلے میں فی اکائی حجم وزن ہی پر گرنے چڑھنے کا انحصار ہوتا ہے۔ اس لاعلمی کی وجہ سے اس نے حرکت کو جسم کی ذاتی خاصیت قرار دیا کہ ہر جسم اپنا طبعی مسکن تلاش کرتا ہے۔ پس ہلکا یا بھاری ہونا اجسام کی ذاتی خاصیت ٹھیری۔ اس اصول کا سکّہ ایسا چلا کہ صدیوں بعد گلیلیو نے اس طلسم کو توڑا جس کا ذکر بعد میں آئے گا۔

ارشمیدس[۳]:۔ میکانیات کے ماہر کی حیثیت سے ارشمیدس ارسطو سے بدرجہا برتر و فائق ہے۔ اگرچہ ارشمیدس کی شہرت زیادہ تر ہندسی کی حیثیت سے ہے۔ لیکن میکانیات کا بانی حکیم ارشمیدس ہی کو سمجھنا چاہیئے کہ اس نے اس کو سائنس کی حیثیت دے دی۔

Archimedes [۳] Specific Gravity [۲] Density [۱]

حکیم ارشمیدس ، ۲۸۰ ق م میں بہ مقام سرا قوسہ[1] واقع صقلیہ[2] (اطالیہ کے جنوب میں) پیدا ہوا۔ اسکندریہ میں اس کی تعلیم ہوئی۔ پھر وہ اپنے وطن واپس چلا آیا۔

ارشمیدس نے بیرم[3] کے اصول پر بھی غور کیا۔ اس کا علمی استعمال قدیم ترین زمانے سے چلا آتا تھا اور کچھ نہیں تو ارشمیدس سے کوئی ۲ ہزار برس پہلے اشور[4] اور مصر کی نقاشیوں میں اس کا پتہ چلتا ہے۔ آج کل ہم بیرم کے اصول کو تجربی تخمین کے لئے زیادہ موزوں سمجھتے ہیں اور اس سے دیگر پیچیدہ نتائج اخذ کرتے ہیں۔ لیکن یونانیوں میں چوں کہ استدلال مجرد مقبول تھا اس لئے ارشمیدس نے اس کلیے کو چند اصول متعارفہ یا بدیہی اصول سے اخذ کیا۔ یہ اصول ایسے تھے کہ تجربے کے ذریعے آسانی سے ان کی تصدیق کی جا سکتی تھی۔ وہ اصول یہ ہیں :۔

(۱) سہارے کے نقطہ سے مساوی فاصلوں پر رکھے ہوے مساوی وزن متوازن ہوتے ہیں۔

(۲) مساوی وزن اگر نامساوی فاصلوں پر رکھے جائیں تو متوازن نہ ہوں گے لیکن جس وزن کا فاصلہ زیادہ ہوگا وہ جھک جائے گا۔

ان اصولوں سے اس نے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ "بیرم میں نامساوی وزن صرف اس وقت توازن میں ہوتے ہیں جب کہ وہ اپنے بازوؤں کی معکوس نسبت میں ہوں"۔ سہارے کے نقطے یا نصاب[5] سے ہر وزن کا فاصلہ وزن کا بازو کہلاتا ہے۔ تو اس نتیجہ کو یوں بھی بیان کر سکتے ہیں کہ "نصاب کے ہر دو جانب

---

[1] Syracuse [2] Sicily [3] Lever

[4] Assyria [5] Fulcrum

وزن اور اس کے بازو کا حاصل ضرب ایک ہی ہوتا ہے۔ پس اگر

و۱ = نصاب کے ایک طرف کا وزن

ل۱ = و۱ کا بازو

و۲ = نصاب کے دوسری طرف کا وزن

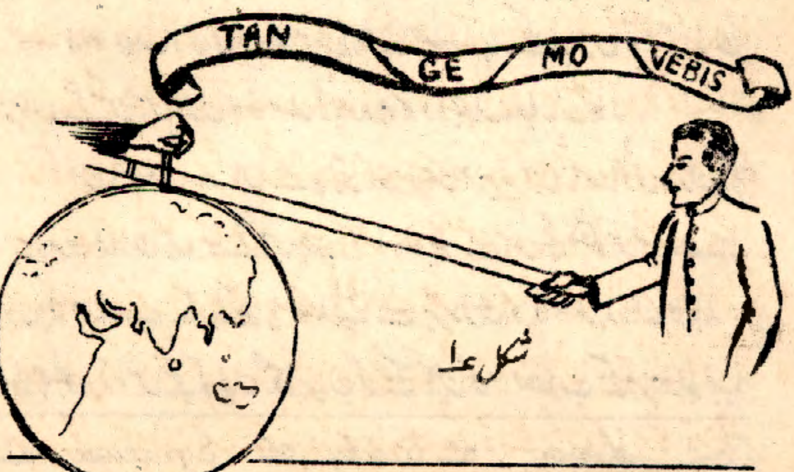
ل۲ = و۲ کا بازو

تو و۱×ل۱ = و۲×ل۲

یہ گویا علامتوں میں بیرم کا کلیہ بیان کیا گیا۔

ارشمیدس کے ان اصولوں میں مرکز جاذبہ کا اصول بھی مضمر ہے اور ارشمیدس کو ان اصولوں پر اتنا اعتماد تھا کہ اس کی طرف یہ مقولہ منسوب ہے کہ "سہارے کے لئے مجھے ایک نصاب دے دو تو میں زمین کو ہلا دوں گا"

پیرس میں ۱۶۸۷ء میں ایک کتاب شائع ہوئی تھی جس میں اس مقولہ کی توضیح میں ایک شکل پیش کی گئی تھی۔ ہم وہ شکل یہاں پیش کرتے ہیں۔ اس پر جو لاطینی عبارت ہے اس کا مطلب ہے کہ "چھوؤ اور زمین کو ہلا دو"



شکل ع۱

Centre of Gravity ۵۱

اجسام کی اضافی کثافتوں کے مفہوم سے جیساکہ ہم دیکھ چکے ہیں ارسطو آشنا تھا۔ اس کو سب سے پہلے واضح طور پر ارشمیدس نے ہی پیش کیا۔ روایت یوں ہو کہ کثافت اضافی کی طرف ارشمیدس کو توجہ اس وجہ سے کرنا پڑی کہ بادشاہ وقت ہیرانؔ نے یہ فرمائش کی کہ جو تاج بن کر آیا ہو وہ خالص سونے کا بتلایا جاتا ہو۔ لہٰذا دیکھا جائے کہ اس میں چاندی کی آمیزش تو نہیں ہو۔ اب ارشمیدس کو شبانہ روز یہی فکر رہنے لگی کہ اس مسئلہ کو کس طرح حل کیا جائے۔ قضارا ایک روز وہ ایک حوض میں نہانے کے لئے گیا تو حل اس پر منکشف ہوگیا۔ وہ اسی حالت میں حوض میں سے نکل کر گھر کی طرف بھاگا اور راستے بھر چلاتا رہا کہ "میں نے پالیا"

ارشمیدس کا قاعدہ یہ تھا کہ اپنے مسائل کو وہ پہلے عملی طور پر حل کیا کرتا تھا۔ اور ریاضیاتی ثبوت اور تصدیق بعد میں حاصل کرتا تھا۔ چناں چہ اس صورت میں بھی حل اس پر کچھ اس طرح منکشف ہوا ہوگا۔ جب پانی سے بھرے حوض میں اس نے قدم رکھا ہوگا تو کچھ پانی باہر نکل گیا ہوگا۔ اور اس لئے جتنا حصہ بدن کا پانی کے اندر رہا ہوگا اسی کے حجم کے برابر پانی کا حجم نکل گیا ہوگا۔ اس لئے اگر وہ کلیتہً پانی کے اندر بیٹھ گیا ہوگا تو جو پانی باہر نکل گیا ہوگا اس سے اس کو اپنا حجم معلوم ہوگیا ہوگا۔ لہٰذا اس سے مدد لے کر ارشمیدس نے تاج کے معاملہ میں یوں عمل کیا ہوگا۔ پہلے اس نے خالص سونے کا ایک ڈلا لیا ہوگا۔ اس کو ترازو میں تولا ہوگا اور پھر پانی سے بھرے برتن میں ڈال کر نکلے ہوئے پانی سے اس کا حجم معلوم کیا ہوگا۔ سونے کے ڈلے وزن میں تاج کے برابر لئے ہوں گے۔ اسی طرح تاج کے ہم وزن چاندی کے ڈلے پر عمل کیا ہوگا اور پھر

ف ا Hieron

دونوں کو ملا کر ہم وزن ڈلے پر عمل کیا ہوگا۔ اور پھر تاج میں چاندی اور سونے کی مقداروں کا حساب لگایا ہوگا۔ بعض لوگوں کا خیال ہی کہ ارشمیدس نے تاج کے ہم وزن سونا، چاندی لیا، پھر تینوں کو ہوا میں اور پھر پانی میں لٹکا کر وزن کیا۔ اس سے پانی کے اندر نقصان وزن معلوم کیا۔ پھر مسئلہ حل ہوگیا۔ ممکن ہی ارشمیدس نے دونوں صورتیں استعمال کی ہوں۔

بعض لوگوں نے اس قصّہ کو صحیح تسلیم نہیں کیا ہی، لیکن اتنا ضرور ہی کہ ایسے ہی کسی واقعہ نے ارشمیدس کو سیالات کی طرف متوجہ کر دیا۔ بہر حال اس کی توجہ کا نتیجہ یہ ہوا کہ اس نے ایک اصول دریافت کر لیا جو آج بھی ارشمیدس کے اصول سے موسوم ہی کہ :-

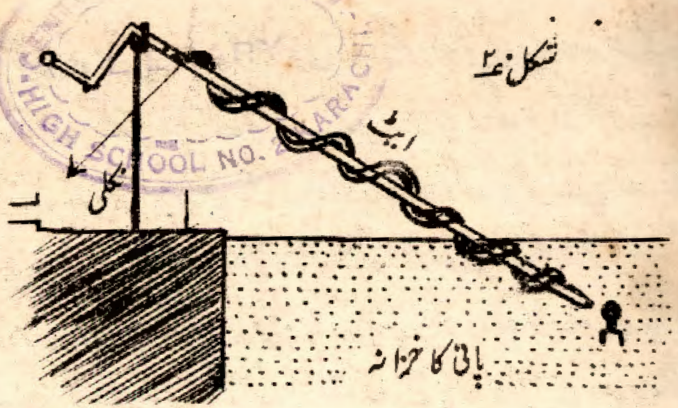
جب کوئی جسم پانی میں ڈبویا جاتا ہی تو اُس کے وزن میں نقصان واقع ہوتا ہی۔ یہ نقصانِ وزن، ہٹے ہوئے پانی کے وزن کے برابر ہوتا ہی۔ نیز ایک تیرتا ہوا جسم اپنے وزن کے برابر پانی کو ہٹا دیتا ہی۔

میکانیات کی اس شاخ کو ماسکونیات[۵] کہتے ہیں۔ جس کی بنا کہنا چاہیے کہ ارشمیدس نے ڈالی۔ لیکن ارشمیدس کو میکانیات میں ایجاد کا اچھا ملکہ حاصل تھا۔ چناں چہ روایت یہ ہی کہ چرخیوں کے ایک نظام کو کام میں لا کر ارشمیدس نے بھاری بھاری جہاز ہٹا ڈالے، جس نے ہیران اور اس کے سارے دربار کو ورطۂ حیرت میں ڈال دیا۔

ارشمیدس سے جنگی مشینوں کی ایجاد بھی منسوب ہی اور ارشمیدسی پیچ یا رہٹ (شکل ۲) آج بھی مستعمل ہی جو اس زمانے میں جہازوں کے پیٹوں سے پانی نکالنے کے کام میں لایا جاتا تھا۔

---

۵ Hydrostatics



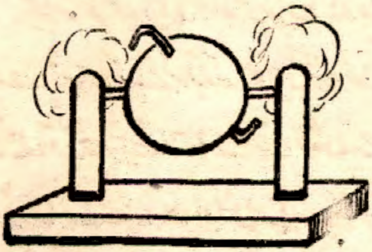
ارشمیدس دنیائے قدیم میں سب سے پہلا اور سب سے بڑا ماہر طبیعیات جدید معنوں میں تھا۔ ۲۱۲ ق م میں روما والوں نے صراقوسہ پر حملہ کر دیا تھا۔ چناں چہ قبضہ کے بعد ایک سپاہی ارشمیدس کے مکان کی طرف جا نکلا تو اس نے دیکھا کہ ایک معمر شخص زمین پر بیٹھا کچھ لکیریں کھینچ رہا ہے۔ سپاہی نے کچھ سوال کیا، ارشمیدس اس وقت کسی ہندسی مسئلے کے حل میں مصروف تھا۔ سپاہی کو یوں ہی کچھ جواب دیا۔ بھلا رومی سپاہی کو اس کی کہاں تاب۔ اس نے آؤ دیکھا نہ تاؤ فوراً ارشمیدس کا سر قلم کر دیا۔ رومی کمانڈر کو جب خبر ہوئی تو اس نے بہت افسوس کیا، کیوں کہ وہ ارشمیدس کی قدر و منزلت سے واقف تھا۔ لیکن اب تیر از کماں جستہ تھا۔ ۷۵ ق م میں ارشمیدس کی قبر کا پتہ لگا تو سیسیرو[1] نے نہایت عقیدت اور احترام کے ساتھ اس کی مرمت کرا دی۔ سیسیرو اس وقت صقلیہ کا مجسٹریٹ تھا۔

دیگر یونانی موجد ارشمیدس سے ایک یا دو صدی بعد اسکندریہ میں ہیرن[2] اور تیسی بیوس[3] نامی دو شخص رہتے تھے۔ دونوں نے

۱ـ Cicero ۲ـ Heron ۳ـ Ctesibius

نظری تحقیقات میں کچھ زیادہ ترقی نہیں کی، لیکن میکانکی ایجادوں میں عجیب وغریب کمال دکھلایا۔ چناں چہ داب پمپ[۱] تیسی بیوس کی طرف منسوب ہے۔ چوس پمپ[۲] قدیم تر ہے۔ ارسطو کے زمانے میں بھی لوگ اس سے واقف تھے تیسی بیوس کی نسبت کہا جاتا ہے کہ اس نے دو داب پمپوں کو ملاکر ایک دمکل یا آتش فرو انجن بنایا تھا۔ دونوں داب پمپ باری باری سے پانی پھینکتے تھے۔ اس کل میں کوئی ہوادان تھا اس لئے پانی کا مسلسل دھارا نہ نکلتا تھا۔ ہیرن نے اپنی کتاب "نیومیٹیکا[۳]" میں دمکل کا ذکر کیا ہے۔ یورپ میں ازمنۂ وسطیٰ میں دمکل کو کوئی نہ جانتا تھا۔ کہا جاتا ہے کہ سب سے پہلے ۱۵۱۸ء میں آگسبرگ میں اس کا استعمال ہوا۔ پن گھڑی اور منجنیق یا سنگ انداز کی ایجاد بھی تیسی بیوس کی طرف منسوب ہے۔

ہیرن نے سب سے پہلے بھاپ کو بطور محرک طاقت کے استعمال کیا۔ چناں چہ اس نے بھاپ پھرکی[۴] ایجاد کی جو آج بھی اسی کے نام سے موسوم ہے اور سائنسی کھلونوں میں شامل ہے۔



شکل ۳

یہ پھرکی حسب ذیل شکل ۳ ایک کھوکھلے کرے یا گولے پر مشتمل ہوتی ہے جس میں دو بازو محور کے علی القوائم اور ایک دوسرے سے خلاف سمت میں مڑے ہوئے لگے ہوتے ہیں۔ جب گولے میں بھاپ پیدا کی گئی تو وہ بازوؤں میں سے نکلی

---

[۱] Force Pump [۲] Suction Pump

[۳] Pneumatica [۴] Eolipile

اور اس نے گونے کو گردش دے دی۔ یہی کھلونا جدید زمانے کی ٹربین[1] کا مورث اعلیٰ ہے۔

مائع پیما[2] کو یونانیوں نے غالباً چوتھی صدی عیسوی میں ایجاد کیا۔ ارشمیدس سے اس کی ایجاد منسوب کرنے کے لئے کافی شہادت بہم نہیں پہنچی۔ اس زمانے میں مائع پیما ایک کھوکھلے درجہ دار بٹن کے اسطوانے پر مشتمل ہوتا تھا جس کے نیچے کے حصے میں ایک وزن رہتا تھا۔ سب سے پہلے اس کا استعمال طب میں کیا گیا تاکہ پینے کے پانی کی کیفیت معلوم ہو سکے۔ کیوں کہ اس زمانے میں سخت[3] پانی کو مضر صحت سمجھا جاتا تھا۔ یہ استعمال اٹھارویں صدی تک جاری رہا۔

نور

مصر میں ایک یونانی نوشتہ پایا گیا، جس کے کچھ اجزا ہی ملے۔ اُن میں نظر کے مختلف فریبوں کا ذکر ہے۔ مثلاً سورج جب افق پر ہوتا ہے۔ تو بڑا نظر آتا ہے اور سمت الراس[4] پر اتنا بڑا نظر نہیں آتا۔

علم مناظر و مرایا کا شمار طبیعیات کی قدیم ترین شاخوں میں ہے۔ نینوا کے کھنڈروں میں بلور کے ایک محدب[5] عدسہ کا پایا جانا بیان کیا جاتا ہے۔ یونان میں آتشی شیشے اس سے بیشتر بھی بنائے جاتے تھے۔ یونان کے مشہور ڈراما نویس ارسطافانس[6] نے اپنے طربیہ[7] "بادل" نامی میں (جو ۲۴۴ ق م میں کھیلا گیا)، ایک مکالمے میں "نفیس شفاف پتھر" کا ذکر کیا ہے" جس سے آگ روشن کی جاتی ہے" اور جس سے "موم پر لکھی عبارت کو دور سے

---

[1] Turbine [2] Hydrometer

[3] Hard Water [4] Zenith [5] Converging Lens

[6] Aristophanes [7] Comedy

کھڑے ہوکر محو کیا جا سکتا ہے۔"

افلاطونی مکتب کی تعلیم یہ تھی کہ نور کی اشاعت خط مستقیم میں ہوتی ہے اور زاویۂ وقوع اور زاویہ انعکاس مساوی ہوتے ہیں۔

اسکندریہ میں جتنے ہیئت داں یا سائنس داں گزرے ہیں اُن سب میں مشہور قلاڈیوس[1] بطلیموس ہی ہے جس کا زمانہ ۱۳۹ء ہے۔ وہ مصر کا رہنے والا تھا مگر اس خاندان میں سے نہیں تھا جس نے اسکندریہ پر حکمرانی کی۔ اس کی تاریخ اور جائے پیدائش کا صحیح پتہ نہیں لگا۔ بطلیموس کی شہرت ہیئت میں بہت ہے۔ چناں چہ

تصویر ۲



حکیم بطلیموس (موجد نظام بطلیموسی)

ہیئت میں نظام بطلیموس مشہور ہی ہے۔ لیکن طبیعیات میں بھی بطلیموس نے یہ کام کیا کہ وقوع اور انعطاف[2] کے زاویوں کی پیمائش کی اور اُن کی ایک جدول تیار کی۔ اس نے یہ نتیجہ نکالا کہ زاویہ وقوع اور زاویہ انعطاف متناسب ہوتے ہیں جو چھوٹے زاویوں کے لئے صحیح ہے۔

دھاتی آئینوں کا استعمال قدیم الایام سے چلا آتا ہے۔ مصری قبروں میں بھی آئینے برآمد ہوئے ہیں۔ یونانیوں کو کروی اور شلجمی[3] آئینوں کا علم تھا۔

Parabolic [3] Refraction [2] Claudius Ptolemy [1]

حکیم اقلیدس[1] ۳۰۰ ق م میں بہ مقام اسکندریہ پیدا ہوا۔ تاریخ پیدائش میں اختلاف ہے۔ بہرحال اس کا زمانہ ۳۰۰ ق م ہے۔ اس نے ریاضی پر بہت سی کتابیں لکھیں۔ اس کی ہندسہ کی کتاب "مقالات اقلیدس" اور مختصراً اقلیدس کے نام سے عرصہ تک شریک درس رہی۔

اقلیدس سے ایک کتاب "عکسیات[2]" نامی منسوب ہے جس میں اس نے انعکاس کے مظہر سے بحث کی ہے۔ اس میں سب سے پہلے کروی آئینے کے ماسکہ[3] کا ذکر ملتا ہے۔ مسئلہ ۳۰ میں یہ بیان کیا گیا ہے کہ مقعر[4] آئینے جب سورج کے سامنے رکھے جاتے ہیں تو آگ پیدا کر دیتے ہیں۔

متعدد یونانی مصنفین نے مقعر آئینوں پر کتابیں لکھیں۔ ایک روایت یہ مشہور ہے کہ جب روما والے صراقوسہ کا محاصرہ کر رہے تھے تو ارشمیدس نے آتشی شیشوں کی مدد سے محاصرین کے جہازوں کو جلا دیا جب کہ وہ زد میں آئے۔ لیکن اس روایت میں کچھ اصلیت نہیں معلوم ہوتی۔

یونانیوں نے رویت کے کئی نظریے قائم کئے۔ فیثاغورث، دی مقراطیس وغیرہ نے یہ بتلایا کہ رویت نتیجہ ہے شے مرئی سے ذرات کے خارج ہونے اور آنکھ میں داخل ہونے کا۔ برخلاف اس کے امبیدا قلس (۴۴۰ ق م) فلاطونیوں اور اقلیدس کا یہ مذہب تھا کہ روشنی آنکھ سے خارج ہو کر شے پر واقع ہوتی ہے تو وہ نظر آتی ہے۔

برق اور مقناطیسیت

برق اور مقناطیسیت کے باب میں یونانیوں سے ہم تک چند ہی مشاہدات پہنچے ہیں۔

---

[1] Euclid [2] catoptrics [3] Focus [4] Concave



حکیم ثالیس

ملیطوس کے رہنے والے حکیم ثالیس[1] (۶۴۰-۵۴۶ ق م) کو قدیم یونان کے سات عقلا میں شمار کیا جاتا تھا۔ اس حکیم نے مصر کا سفر کیا اور مصریوں سے بہت سی باتیں سیکھیں۔ مصر سے واپس آکر اس نے اپنے وطن میں ایک مدرسہ قائم کیا۔ کہا جاتا ہے کہ وہ پہلا یونانی ہے جس نے علم ہیئت کو سیکھا۔

اس کی طرف بڑی بڑی دریافتیں منسوب ہیں چنانچہ یہ انکشاف بھی منسوب ہے کہ کہربا کو رگڑا جائے تو اس میں ہلکی چیزوں کو کشش کرنے کی قابلیت پیدا ہو جاتی ہے۔ اس نے یہ بھی دریافت کیا کہ مقناطیسہ یا چقمق پتھر نامی ایک معدنی مادے میں لوہے کو کشش کرنے کی قابلیت پائی جاتی ہے۔ کہربا زردی مائل ایک معدنی شے ہے۔ اس زمانے میں اس کو زیبائش اور آرائش کے لئے استعمال کرتے تھے۔ سونے چاندی جیسی چمکتی چیزوں کے ساتھ کہربا کو بھی شمار کرتے تھے۔ یونانی اس کو "الکٹران" کہتے تھے۔ جس سے انگریزی لفظ "الکٹریسٹی" بہ معنی برق پیدا ہوا۔

ثالیس سے کوئی تین سو برس بعد تھیوفراسطوس نامی ایک شخص نے جو ارسطو کا

[1] Thales of Miletus	[2] Theophrastus

شاگرد تھا، اپنی کتاب "جواہرات" میں ایک اور معدنی شے کا ذکر کیا ہے جو رگڑنے سے برقا جاتی ہے۔ ہم کو آج معلوم ہے کہ سارے اجسام برقائے جا سکتے ہیں۔

حکیم بلیناس[۱] (۲۳ء - ۷۹ء) کہتا ہے کہ جاہل لوگ چمبک پتھر کو "آہن تاب[۲]" کہتے ہیں۔ اسی زمانے میں مقناطیسی کشش لوگوں کے تخیل میں اس قدر سمائی ہوئی تھی کہ کئی افسانے اس سلسلے میں پیدا ہو گئے۔ ایک تو یہ ہے کہ جزیرہ کریٹ کے کوہ ایڈا پر ایک چرواہا جا رہا تھا جس کی چپلوں میں لوہے کی کیلیں جڑی تھیں اور جس کی چھڑی میں لوہے کی شام لگی تھی۔ ان دونوں کی وجہ سے زمین نے چرواہے کو اس زور سے کھینچا کہ وہ سنبھل نہ سکا۔ اس نے سبب دریافت کرنے کے لئے زمین کھودی تو اس کو عجیب و غریب ایک پتھر یعنی چمبک پتھر کا پتہ لگا۔ دوسرا افسانہ یہ ہے کہ ایک پہاڑ سنگ مقناطیس کا ہے۔ جو جہاز ادھر جاتے ہیں اُن کی کیلیں وغیرہ یہ پہاڑ نکال لیتا ہے اگرچہ جہاز کافی فاصلے پر ہوں۔ یہ افسانہ داخل ادب ہو گیا چناں چہ الف لیلہ میں بھی اس کا ذکر موجود ہے۔ اس سلسلے میں حکیم بلیناس نے ایک اور افسانہ بھی بیان کیا ہے کہ سکندریہ کے ایک مندر میں ایک چھت مقناطیسی پتھر کی بنائی گئی تاکہ ملکہ کا آہنی مجسمہ ہوا میں معلق رکھا جا سکے۔ غرض کہ مقناطیس کی مقناطیسیت نے اس قسم کے بہت سے افسانے پیدا کر دئے۔

قدیم زمانے میں لوہا زیادہ تر بحر ایجین اور بحر روم کے جزیروں کے ساحلوں پر کھود کر نکالا جاتا تھا۔ لوہے کی مقناطیسی کچ دھات[۳] ایشیائے کوچک کے مقام مغنیشیا میں پائی گئی۔ انگریزی میں لفظ "میگنٹ" اسی سے ماخوذ ہے اور عربی میں مقناطیس یا مغناطیس کی بھی یہی اصل ہے۔

---

۱ Pliny　　۲ Quickiron　　۳ Ore

جزیرہ ساموتھریس[1] پر بھی لوہے کی کانیں تھیں۔ اس مقام کے کان کن چنبک پتھر کے عمل کو حلقوں کے ذریعہ بتلایا کرتے تھے جو ساموتھریسی حلقے کہلاتے تھے۔ سقراط[2] (۴۶۹ - ۳۹۹ ق م) کہتا ہے کہ "یہ پتھر نہ صرف لوہے کے حلقوں کو کھینچتا ہے بلکہ اُن میں دوسری اشیا کو کشش کرنے کی قابلیت بھی پیدا کر دیتا ہے۔ بعض اوقات لوہے کے بہت سے ٹکڑے اور حلقے کچھ اس طرح ایک دوسرے سے لٹکے ہوتے ہیں کہ ایک لمبی زنجیر بن جاتی ہے۔ ان سب میں آویزاں رہنے کی قابلیت اصل پتھر سے پہنچتی ہے۔"

البتہ یونانیوں کو یہ علم نہ تھا کہ ہر مقناطیس میں دو قطب ہوتے ہیں اور یہ بھی معلوم نہ تھا کہ دو قطب ایک دوسرے کے مشابہ ہوں تو وہ بجائے کشش کرنے کے ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں۔

جوّیات یا علم موسم

یونانیوں نے جوّیات[3] پر بھی توجہ کی تھی۔ ایتھنس میں ہم کو ہوا کی سمت معلوم کرنے کے لئے قدیم ترین آلہ ملتا ہے۔ چنانچہ آج بھی وہاں "برج ہوا" موجود ہے جس کی تعمیر تقریباً ۱۰۰ ق م میں ہوئی تھی۔ یہ برج سنگ مرمر کا ہے، ہشت پہلو ہے۔ یہ سائنس کے لئے مختص تھا۔ یونانی دیومالا[4] سے بھی اس کا تعلق تھا۔ چنانچہ بالائی حصے میں باہر کی جانب ایک جھالر سی ہے جس میں ہواؤں کے دیوتا ایولوس[5] کے بیٹوں کو ظاہر کرنا مقصود تھا۔ اس زمانے کے بت پرستانہ عقائد کے بموجب یونانی بھی یہ سمجھتے تھے کہ دیوتا ہواؤں کو ایک غار میں بند رکھتا ہے اور جب مناسب سمجھتا ہے یا جب اس کو اعلیٰ دیوتاؤں سے حکم پہنچتا ہے تو ہواؤں کو چھوڑ دیتا ہے۔ اس

Meteorology [3] Socrates [2] Samothrace [1]

Aeolus [5] Mythology [4]

برج میں چند سائنسی آلات بھی تھے۔ چناں چہ ایک دھوپ گھڑی تھی، ایک بن گھڑی تھی جو اندر رہتی تھی، ایک موسم نما تھا جس کی شکل سمندری دیوتا کی سی تھی۔ اس کو چھت کے بلند ترین مقام پر نصب کیا گیا تھا۔ بایں ہمہ یونان یا روما میں موسم نماؤں کے رواج کا پتہ نہیں چلتا۔

یونانیوں میں جوّیات نے کبھی سائنس کا درجہ حاصل نہ کیا تھا۔ ارسطو کے شاگرد اور اریسوس کے رہنے والے تھیوفراسطوس (۳۷۱ـ۲۸۶ ق م) نے "ہواؤں اور موسمی علامات" پر ایک کتاب لکھی جس میں مشاہدے کو زیادہ دخل نہیں ہے۔ ارسطو نے خود یہ مشاہدہ کیا کہ شبنم صاف اور ساکن راتوں ہی میں گرتی ہے۔

سولی کے رہنے والے اراطوس[1] نے، جس کا زمانہ ۲۷۵ ق م ہے، ایک کتاب "پیش خبریاں" لکھی۔ اس میں فلکی مظاہر کے مشاہدات سے موسم کی پیش گوئیاں تھیں۔ اور جانوروں پر موسم کا جو اثر ہوتا ہے اس کا بھی بیان تھا۔ اراطوس کی یہ کتاب نیز اس کی دیگر تصانیف کئی مرتبہ چھپیں۔

آواز

گانے اور باجے کا رواج قدیم سے قدیم تر قوموں میں بھی پایا جاتا ہے۔ اس سے معلوم ہوا کہ صوتیات[2] یا آواز کا نظریہ یا علم بہت بعد کی چیز ہے۔ موسیقیت کے نظریہ کی ابتدا فیثاغورث تک پہنچتی ہے۔

حکیم فیثاغورث[3] یونان کے نہایت مشہور اور نامور حکما اور فضلا میں سے ہے اور جن لوگوں نے موجودات کائنات سے متعلق انسانی علم و دانش میں اضافہ کیا ہے اُن میں نہایت ممتاز ہے۔ اس کی پیدائش کا مقام اور وقت صحیح طور پر معلوم نہیں ہو سکا ہے۔ لیکن اس کا زمانہ ۵۸۰ تا ۵۰۰

۱ـ Aratus   ۲ـ Acoustics   ۳ـ Pythagoras

ق م بتایا جاتا ہی۔ اس نے مصر کا سفر کیا اور وہاں بہت سی باتیں سیکھیں۔ واپسی میں اس نے ملک اطالیہ کے شہر ٹارنیٹم میں سکونت اختیار کرلی اور وہیں فیثا غورثی مکتب خیال کی بنیاد ڈالی۔

تصویر ۱۴ حکیم فیثا غورث

(اس مسئلہ کا موجد کہ زمین متحرک ہی)



فیثا غورث نے علم کے تقریباً ہر میدان میں جولانیاں دکھلائیں۔ فی الوقت ہم کو علم آواز سے بحث ہی۔ لیکن ہم دیکھتے ہیں کہ اس کی تحقیق کے جو بیانات ہم تک پہنچے ہیں ان میں حقیقت اور افسانہ کو اس قدر ملا جلا دیا گیا ہی کہ یہ پتہ لگانا مشکل ہی کہ فیثا غورث نے کیا کارنامہ انجام دیا۔ چنانچہ ایک روایت یہ ہی کہ وہ ایک روز لوہار کی دکان پر سے گزر رہا تھا۔ لوہار گھن سے لوہے کو پیٹ رہا تھا۔ گھن جب نہائی پر پڑتا تھا تو سُر پیدا ہوتے تھے۔ ایک سے زائد گھنوں سے نکلنے والے سروں کے درمیان کا بُعد[1] چوتھ[2] پنجم[3] اور "سرگم"[4] کا محسوس ہوا۔ گھنوں کے وزن علی الترتیب ۱ : $\frac{3}{4}$: $\frac{2}{3}$: $\frac{1}{2}$ کی نسبت سے تھے۔ بعد میں ایک ہی مادے کے بنے ہوئے مساوی

Octave [4] Fifth [3] Fourth [2] Interval [1]

طولوں اور دبازتوں کے موسیقی تاروں سے تجربے کئے گئے تو معلوم ہوا کہ وزن ۱، $\frac{۳}{۴}$، $\frac{۲}{۳}$ اور $\frac{۱}{۲}$ کے تناسب میں لئے جائیں تو اوپر کے بُعد حاصل ہو سکیں گے۔ اس تحقیق نے موسیقی بُعدوں میں حسابی علاقے کا پتہ دیا اور موسیقی اور حساب جیسے دور کے مضامین میں ایک رشتۂ قریب پیدا کر دیا۔

اوپر جو کچھ بیان کیا گیا اس میں دو غلطیاں ہیں۔ مذکورہ بالا وزنوں کے گھنوں سے مطلوبہ سُر نہ نکلیں گے۔ دوسرے تاروں کے لئے وزنوں کا کلیہ صحیح طور پر نہیں بیان کیا گیا۔ سُروں کا امتداد[1] وزنوں کے تناسب میں نہیں بدلتا بلکہ وزنوں کے جذروں کے تناسب میں بدلتا ہی۔

بعض حضرات اس نتیجہ پر پہنچے ہیں کہ فیثا غورث نے اپنے خیالات کی بنیاد تجربہ پر نہیں رکھی۔ حتیٰ کہ جس لوہار کی دوکان کا ذکر کیا جاتا ہی وہ مصر میں واقع تھی۔ اور وہیں سے اس کو سارا علم حاصل ہوا تھا۔ اس کے خلاف دوسروں کا یہ خیال ہی کہ فیثا غورث نے تاروں کے تناؤ نہیں بدلے تھے۔ بلکہ اُن کے طول بدلے تھے۔ اس لئے وہ اس صحیح کلیہ تک پہنچ گیا تھا کہ امتداد تاروں کے طولوں کے بالعکس مناسب ہوتا ہی۔ اس کا مطلب یہ ہوتا ہی کہ اگر طول گھٹے تو امتداد بڑھے گا اور طول بڑھے تو امتداد گھٹے گا۔

موسیقیت اور موسیقی ابھار سے متعلق اس کی جو قیاس آرائیاں ہیں ان کی بنیاد واقعات پر نہیں معلوم ہوتی۔ مثلاً سات سیاروں سے وہ سات تاروں کو منسوب کرتا ہی جس سے اس کے نزدیک حسین و جمیل "موسیقیت افلاک" حاصل ہوتی ہی۔ اس تصور کو بہ حیثیت شاعری نہیں پیش کیا گیا تھا بلکہ بہ حیثیت طبعی فلسفہ کے۔ ایسی بین نجمی موسیقی کو انسانی کان سن نہیں سکتا۔

---

[1] Pitch

بہ ایں ہمہ فیثا غورث کا اعتقاد اس بارے میں متزلزل نہ ہوا۔

ارسطو نے بھی آواز کے نظریے پر کچھ بحث کی ہے۔ ہوا میں آواز کی حرکت کی نوعیت سے متعلق اس کو صحیح علم تھا اور اس کو یہ بھی معلوم تھا کہ اگر کسی نلی کا طول دگنا کر دیا جائے تو اس کے اندر ارتعاش کو دگنی مدت لگتی ہے۔

جوہری نظریہ

جس طرح فلکی مظاہر پُرشوکت ہونے کی وجہ سے سب سے پہلے جالب نظر ہوئے اسی طرح اسباب فکر کے نزدیک مادے کی نوعیت طالب توجیہ رہی۔

ہندسہ کی طرح اس میدان میں بھی یونانیوں ہی نے سب سے پہلے قدم رکھا۔ اُن کے نزدیک میکانکی فنون لیست تر تھے، اس لئے جو معلومات ان فنون سے حاصل ہو چکی تھیں ان کو وہ خاطر میں نہ لاتے تھے۔ ان یونانیوں کے نزدیک استدلال صرف اس امر سے ہو سکتا تھا جو ہر یونانی کے نزدیک بدیہی تھا۔ ہم یونانی فلسفیوں کو دیکھتے ہیں کہ وہ اشیاء میں تغیرات کا سلسلہ خاک اور آب سے لے کر درختوں اور حیوانوں تک پہنچا رہے ہیں اور پھر اُسے خاک اور آب تک لا رہے ہیں۔ اُن پر مادے کی عدم فنا پذیری منکشف ہونے لگی۔ اور ثالیس کے بعد سے تو، باوجود اجسام کے سطحی اختلافات کے، فلسفیوں نے اس امکان پر بحث کرنا شروع کر دی تھی کہ تمام اشیاء کی اصل ایک ہی "عنصر"[۱] پانی، ہوا یا آگ ہے۔

ہرقلیطوس[۲] (۵۰۲ ق م) ایسے مادہ پرستانہ رجحانات کو حقارت کی نظر سے دیکھتا تھا۔ اُس کے نزدیک عنصر اول یا حقیقت اثیری آگ تھی، جس کو وہ روح کے مثل سمجھتا تھا۔ اسی سے ہر شے بنی ہے اور پھر اسی کی طرف

---

[۲] Heraclitus [۱] Element

لوٹ کر جائے گی۔ اس عالم میں خواب اور بیداری، موت اور زندگی وغیرہ کے جو اضداد ہیں وہ سب آخری اور خالص آگ میں ختم ہو جاتے ہیں۔ تمام اشیاء ترتیب میں حرکت کرتی ہیں اور بہاؤ کی حالت میں ہوتی ہیں۔ صداقت کا پتہ اندر سے چل سکتا ہے، جو عقل کلی کا انعکاس ہے۔

دوسری طرف ایک اور گروہ پیدا ہوا جس نے ایک دوسرا ہی سُر الاپا۔ ذہن انسانی کی کرشمہ سازیوں سے متاثر ہو کر پارمینڈس[۵۱] نے انتہا کر دی کہ جو کچھ خیال میں نہ آسکے وہ ناممکن ہے خواہ ہمارے حواس شہادت دیں کہ وہ واقع ہو گیا ہے۔ اس کا استدلال کچھ اس طرح کا تھا:- تخلیق ممکن نہیں اس لئے کہ لاشے سے شے نہیں پیدا ہو سکتی یعنی نیستی سے ہستی۔ اس لئے نیستی یا عدم کا وجود نہیں۔ بالعکس تعدیم بھی ممکن نہیں، کیوں کہ شے لاشے نہیں بن سکتی۔ تغیر تک ناممکن ہے کیوں کہ ایک شے ایسی دوسری شے سے نہیں پیدا ہو سکتی جو اصلاً اُس سے مختلف ہو۔ پس تغیر، تنوع، کثرت، زماں اور مکاں کی جو ظاہری صورتیں ہم کو نظر آتی ہیں یا ہم سمجھتے ہیں کہ فطرت میں ہم کو نظر آتی ہیں یہ سب حواس کی ابلہ فریبی ہے۔ پس حواس سے ہم صداقت تک نہیں پہنچ سکتے۔ صداقت تک رسائی صرف 'فکر' سے ہوتی ہے۔ حسی ادراکات غیر حقیقی اور نیستی ہوتے ہیں۔ صرف 'فکر' ہی حقیقی اور ہست ہے۔ دوسرے الفاظ میں اس کا مطلب یہ تھا کہ حقیقت تک پہنچنے کے لئے ہم کو اجسام کے تمام اختلافات ساقط کر دینے چاہئیں۔ اس طرح ایک واحد اور یک ذات جوہر رہ جاتے پس یہی حقیقت ہے جو واحد ہے، جو ابدی ہے اور جو تغیر ناپذیر ہے۔ اس کی تحدید خود اسی سے ہوتی ہے، اس میں امتداد یکساں ہے۔ اس لئے وہ کروی ہے۔

---

۵۱ Parmenides

مظاہر کی ظاہری دنیا میں غیر حقیقی لیکن مشاہدہ کردہ کائنات آگ اور خاک سے ہم مرکز خولوں کا ایک سلسلہ ہے۔ ظاہر ہے کہ یہ سب کچھ ایک "رائے" ہے۔ اس کا "صادق" ہونا ضروری نہیں۔

ایلیا کا رہنے والا زینو[1] پارمنیڈس کا ہم عصر تھا۔ وہ فیثاغورث کے اس اصول کا مخالف تھا کہ تمام اشیا اعداد صحیح سے بنی ہیں۔ زینو یہ سمجھتا تھا کہ تضادوں کا ایک سلسلہ قائم کر کے اس نے کثرت کی نفی کر دی ہے۔ اس کے تضادی مسئلوں میں ایک مسئلہ بہت مشہور ہے جو اب تک "زینو کا مسئلہ" کہلاتا ہے۔ وہ مسئلہ یہ ہے کہ اکیلیز[2] ایک کچھوے سے دس گنا تیز دوڑتا ہے۔ لیکن کچھوے کو ... اگز کا آغاز حاصل ہے۔ ایسی صورت میں اکیلیز کبھی کچھوے تک نہ پہنچ سکے گا۔

زینو کا استدلال یہ تھا کہ پہلے اکیلیز کو اس مقام تک پہنچنا ہوگا جہاں سے کچھوا چلا۔ اس عرصہ میں کچھوا ۱۰۰ گز کا فاصلہ طے کر لے گا۔ جب اکیلیز یہ فاصلہ طے کرلے گا تو کچھوا ۱۰ گز آگے ہوگا۔ اور اسی طرح۔ پس اکیلیز کچھوے سے قریب تر ہو جائے گا لیکن اس تک پہنچ نہ سکے گا۔

جوہری نظریہ کی ابتدا لوقیبوس[3] سے ہوئی۔ یہ عجیب بات ہے کہ یہ نظریہ گویا اوپر کے استدلال کے خلاف ایک ردعمل تھا۔ اس استدلال میں ایک مغالطہ ہے جس کو جدید ریاضی نے حل کر لیا ہے لیکن لوقیبوس نے اس مغالطہ آمیز نتیجہ سے مفر اسی میں دیکھا کہ فاصلہ یا طول کی بے نہایت قسمت پذیری سے، جو زینو کے استدلال میں مضمر ہے، انکار کر دیا جائے۔ پس قسمت یا جز پذیری کی ایک حد مقرر کرنی پڑی۔ اس طرح ایک جز لایتجزیٰ پیدا ہوا جس کو جوہر

---

[1] Zeno [2] Achilles [3] Leucippus

فرد اور مختصراً جوہر کہا گیا۔

جن قدیم جوہر دانوں کی شہرت ہم تک پہنچی ہی اُن میں سے ایک تو یہی لوقیبوس ہی جس کا ذکر اوپر ہوا۔ یہ شخص پانچویں صدی قبل مسیح کا ہی۔ اس کے حالات زیادہ معلوم نہیں ہیں۔ البتہ یہ کہا جاتا ہی کہ تھریس کے مقام ابدیرا میں اس نے ایک مدرسہ کی بنیاد ڈالی تھی۔ دوسرا شخص دی مقراطیس[۱] تھا یہ بھی ابدیرا کا رہنے والا تھا اور وہیں ۴۶۰ ق م میں پیدا ہوا۔ اس شخص کو اتنی شہرت حاصل ہوئی کہ آج تک بھی جوہر فرد کو اجزائے دی مقراطیسی کہتے ہیں۔ دونوں کے خیالات کا پتہ ہم کو ارسطو کی بعد کی تحریروں میں ملتا ہی۔ یا پھر ابیقورس[۲] (۳۴۱ - ۲۷۰ ق م) کے بیان میں۔ جو جوہری نظریہ کی تعلیم بھی دیا کرتا تھا۔

لوقیبوس نے جوہریت کے اس بنیادی عقیدے نیز اصول علیت کی تعلیم دی کہ "کوئی چیز بغیر سبب کے واقع نہیں ہوتی بلکہ ہر شے ایک سبب اور ضرورت کی وجہ سے واقع ہوتی ہی"۔ لوقیبوس اور دی مقراطیس دونوں نے دیکھا کہ اجسام کی صفات کو اگر بنیادی اور ناقابل توجیہ قرار دیا جائے تو تمام تحقیق کا دروازہ بند ہو جائے گا۔ چناں چہ دی مقراطیس کی تعلیم یہ تھی کہ "بر بنائے رواج ہم شیریں و تلخ، گرم و سرد کہتے ہیں اور بر بنائے رواج ہم رنگ مانتے ہیں۔ حقیقت میں صرف جوہر اور ایک خلا ہی"۔ اس کے برخلاف بروتاغورث[۳] کی تعلیم اضافیت کا پہلو لئے ہوئے تھی کہ "تمام اشیاء کی قدر یا ان کا اندازہ انسان ہی سے ہی"۔ چناں چہ شہد ایک انسان کے لئے شیریں تو دوسرے کے لئے تلخ ہو سکتا ہی۔ ان امور کی بناء پر دی مقراطیس کو نظر

---

[۱] Democritus [۲] Epicurus [۳] Protagoras

آگیا کہ صرف حواس ہی حقیقت تک رہبری نہیں کر سکتے۔

دی مقراطیس کے اجزا یا جوہر بے سبب، ازل سے موجود، اور غیر فنا پذیر تھے۔ جسامت اور شکل میں اختلاف تھا لیکن ماہیت میں سب ایک تھے۔ پس خواص میں اختلاف بالآخر ایک ہی نوعیت کے ذرّوں کی جسامت، شکل، وضع اور حرکت کے اختلاف کا نتیجہ ہے۔ پتھر یا لوہے میں جوہر لرزتے یا اہتزاز کرتے ہیں، ہوا یا آگ میں وہ طویل تر فاصلوں کو طے کرتے ہیں۔

غیر محدود فضا میں یہ جوہر تمام سمتوں میں حرکت کرتے ہیں۔ پھر ایک دوسرے سے ٹکراتے ہیں جس سے جانبی حرکتیں اور حلقے پیدا ہوتے ہیں۔ اس طرح مشابہہ جوہر متصل ہو کر عنصر بناتے ہیں اور پھر لاتعداد عالموں کی تکوین عمل میں آتی ہے۔ یہ عالم بنتے، بگڑتے اور بالآخر فنا ہو جاتے ہیں۔ صرف وہی نظام باقی رہتے ہیں جو اپنے ماحول کے لئے موزوں ترین ہوتے ہیں۔ اس میں گویا سحابی[1] نظریے اور ڈارون کے مسئلہ انتخاب طبعی کی جھلک نظر آتی ہے۔

دی مقراطیس کی تعلیم، جیسا کہ ہم تک پہنچی ہے، اُس زمانے میں فطرت کی ذہنی تصویر میں حیرت انگیز سادگی پیدا کرتی ہے۔ فی الحقیقت تصویر بہت ہی سادہ ہے۔ یہ 'جوہری' مشکل مسائل سے غیر شعوری طور پر گزر جاتے تھے۔ یہ مسائل ایسے ہیں کہ جو ہمیں صدیوں کے بعد بھی لاینحل ہیں۔ ان لوگوں نے بلا خوف و خطر اس نظریہ کا اطلاق زندگی اور شعور کے مسائل پر کرنا شروع کیا، چناں چہ وہ احساس اور فکر کو بھی جوہروں کے امتزاج کا نتیجہ سمجھتے تھے۔ آج بھی میکانکی اصطلاحوں میں ان کی توجیہ ممکن نہیں۔ البتہ ان لوگوں کو پورا

[1] Nebular Theory

یقین تھا کہ انھوں نے کوئی راز سربستہ نہیں چھوڑے، گو اس بڑے راز سے صرفِ نظر کر گئے جو زندگی کی بنیاد ہی اور جو اس کو گھیرے ہوئے ہی۔ یہ راز آج بھی ویسا ہی سربستہ ہی جیسا کہ اس زمانے میں تھا۔

فلسفیانہ نقطۂ نظر سے دی مقراطیس کے اس جوہری نظریہ کی کچھ بھی حیثیت کیوں نہ ہو یہ واقعہ ہی کہ یہ نظریہ اُن خیالات سے نزدیک تر ہی جو آج کل قائم ہیں۔ اس قربت میں کوئی اور نظریہ قبل یا بعد، اتنا نزدیک نہیں آتا۔ ارسطو اور افلاطون نے اس پر سخت تنقید کی، جس کی وجہ سے یہ نظریہ گویا روپوش ہوگیا اس میں شک نہیں کہ افلاطون ایک بڑا فلسفی تھا لیکن تجرباتی سائنس کی تاریخ میں تو اس کو مصیبت ہی سمجھنا چاہیئے۔

یونانی طبیعیات پر ایک نظر

دوسری قدیم قوموں کے مقابلے میں یونانیوں نے طبیعی تحقیق کے سلسلے میں بہت کچھ کام کیا۔ لیکن خود انھوں نے علم کی دوسری شاخوں میں جو کارنامے انجام دئے ہیں اُن کے مقابلے میں طبیعیات کے میدان میں انھوں نے کچھ زیادہ کام نہیں کیا۔ یہ سوال کہ یونانی طبیعیات میں کیوں زیادہ ترقی نہ کر سکے بہت قدیم ہی۔ اس کا جواب آسانی کے ساتھ نہیں دیا جاسکتا۔ اس سلسلے میں فرانسس بیکن کہتا ہی کہ: "ان کا طریقہ یہ تھا کہ محسوس اور مخصوص سے وہ فوراً تعمیم کرنے لگتے تھے۔ گویا اُن کو معین قطبوں کی تلاش رہتی تھی جن کے گرد اپنے دلائل کو گردش دے سکیں۔ پھر ان سے حداوسط کی مدد سے باقی امور اخذ کرتے تھے۔ یہ قصر راہ تو ضرور ہی لیکن اس میں پھسلن بھی زیادہ ہی۔ اس سے فطرت تک رسائی نہیں ہوسکتی گو بحث مباحثہ کے لئے بہت موزوں ہو۔"

بعض لوگوں کا خیال ہے کہ یونانی ذہن کا شاندار زمانہ ۳۲۲ ق م میں ارسطو کی وفات پر ختم ہو گیا۔ لیکن واقعات اس کی تائید نہیں کرتے۔ اقلیدس، ارشمیدس، دیافنطوس[1]، بطلیموس وغیرہ سب ارسطو کے بعد ہی ہوئے ہیں۔ امتحانی[2] اور تجرباتی طریقوں نے اسی زمانے میں قدم جمائے۔ ارسطارخوس جس کو قدیم زمانے کا "کوپرنیکس" کہتے ہیں وہ بھی اسی زمانے میں تھا۔

ہپارخوس اور بطلیموس جیسے مشاہد فلکی پیمائش کے لئے اصطرلاب[3] وغیرہ کا استعمال کرتے تھے۔ ارشمیدس نے تجرباتی طریقے پر تاج کے مسئلہ کو حل کیا۔ ہیران نے پیمائشی آلات کو ترقی دی کسی نے مائع پیما ایجاد کیا۔ بطلیموس نے تجرباتی طریقے پر انعطاف کا مطالعہ کیا اور ہوائی انعطاف پر بھی بحث کی۔

مذکورہ بالا امور سے یہ واضح ہے کہ یونانیوں میں تجرباتی سائنس نے نشو و نما شروع کر دی تھی۔ لیکن بیرونی قوتوں کے اثر سے یہ تحریک مسدود ہو گئی۔ یہ بھی ہوا کہ یونان وسیع تر رومی سلطنت میں جذب ہو گیا اور پھر قدیم مذہبوں سے عیسائیت نے جو جنگ جاری رکھی اس نے یونانیوں میں تخلیقی سائنسی تحقیق کا خاتمہ ہی کر دیا۔

---

[1] Diophantus — [2] Empirical

[3] Astrolobe

چوتھا باب

رومی دور

رومی خصائل یونانی علوم کے تدریجی زوال کے دوران میں دو نئی اور طاقتور حکومتیں وسط بحر روم کے ہر دو جانب وجود میں آرہی تھیں۔ ایک قرطاجنہ[1] کی حکومت تھی دوسری روما کی۔ اخیر میں روما نے قرطاجنہ کو فتح کرلیا۔ رومائی سلطنت ۳۰۰ برس قبل کی سکندر کی سلطنت سے بھی وسیع تر تھی۔

یونانی رومی تمدن کا ذکر ذرا مغالطہ آمیز ہے۔ یونانیوں اور رومیوں کی نسلیں الگ الگ تھیں۔ ان دونوں نسلوں میں مشکل سے کوئی چیز مشترک تھی۔ ہر دو کے نقاط نظر میں بُعد المشرقین تھا۔ اس کا سبب کیا تھا؟ اس کا جواب کسی قدر مشکل ہے۔

رومیوں کی نظر میں "ریاست" کو درجہ اول حاصل تھا۔ اُن میں سپہ گری، انتظام مملکت اور وضع قوانین کا خاص ملکہ تھا۔ لیکن اُن میں تخلیقی ذہنی قوت بہت کم تھی۔ گو فطری اشیاء سے متعلق جستجو اُن میں کافی تھی۔ اُن کے فنون، اُن کے علوم حتیٰ کہ اُن کی طب بھی یونانیوں سے مستعار تھی۔ جب روما کو اقتدار اعلیٰ حاصل ہوگیا تو یونانی حکما اور یونانی اطبا بھی وہاں آکر بسنے لگے گو انھوں نے

---

[1] Carthage

ایتھنس کی طرح وہاں کوئی مکتب قائم نہیں کیا۔ رومیوں کو سائنس سے زیادہ دلچسپی نہیں تھی۔ اس کو وہ طب، زراعت، تعمیر یا انجینیرنگ کے لئے ایک ذریعہ سمجھتے تھے۔ انھوں نے علوم کے چشمہ سے فائدہ اٹھایا لیکن اس کو بر کرنے کی کوئی تدبیر نہیں کی۔ نتیجہ یہ ہوا کہ چند قرنوں کے بعد وہ چشمہ خشک ہوکے رہ گیا۔ یہی سبب ہے کہ رومیوں میں سائنس کا کوئی بڑا عالم یا ریاضی کا ایک بھی چوٹی کا ماہر نہ پیدا ہوا۔

رومی سائنس۔طبیعیات سائنس سے متعلق رومیوں کی جو چند کتابیں ہم تک پہنچی ہیں اُن میں کسی قسم کی ماہرانہ معلومات سائنس کا پتہ نہیں چلتا۔ خود سائنس کی بجائے اُن میں مضمرات سائنس کا ذکر زیادہ ہے اور وہ بھی فلسفہ کے نقطۂ نظر سے۔ ایسی کتابوں میں سب سے زیادہ مشہور شاعر طیطس[۱] لوکریشیس (۹۵ — ۵۵ ق م) کی کتاب "دی ریرم ناتورا" یعنی اشیاء کی نوعیت، ہے۔ یہ کتاب نظم میں ہے لوکریشیس جولیس[۲] قیصر اور سسیرو[۳] کا ہم عصر تھا۔

کتاب ادبی حیثیت سے بلند پایہ ہے۔ ساتھ ہی سائنس کے نقطۂ نظر سے اس میں قوی مشاہدہ نظر آتا ہے۔ اور کہیں کہیں آج کل کے سائنسی خیالات کی بھی جھلک نظر آتی ہے۔ قدیم مصنفوں میں سب سے پہلے لوکریشیس ہی نے مقناطیسی دفع[۴] کا مسئلہ پیش کیا۔ چناں چہ وہ کہتا ہے کہ پیتل کے برتن میں لوہچون رکھا جائے اور برتن کے نیچے مقناطیس ہو تو لوہے کے ذرّے دیوانہ وار حرکت کرنے لگتے ہیں۔ یونانیوں کی تقلید میں لوکریشس بھی یہی سمجھتا تھا کہ حرارت

---

۱ Titus Lucretius ۲ Julius Caesar

۳ Cicero ۴ Repulsion

بھی ایک شے ہے۔ لوکریشس "حرارت کے متعدد دقیق اجسام" کا ذکر کرتا ہے" جو حرارت کے ساتھ ہوا بھی کھینچتے ہیں۔ کیوں کہ ایسا نہیں ہوتا کہ حرارت ہو اور اس کے ساتھ ہوا ملی ہوئی نہ ہو۔"

اس کتاب میں یونانی جوہری نظریہ کا بہت مفصل حال موجود ہے۔ یعنی یہ کہ جوہر چھوٹے چھوٹے ٹھوس جسم ہیں جو قسمت پذیر نہیں ہیں۔ سب جوہر ایک سے بھی نہیں ہیں۔ لیکن وہ سب کے سب مسلسل حرکت میں ہیں۔ گنتی میں وہ لا تعداد ہیں۔ جدید ریاضی دانوں کو اس میں لامتناہی قدر کے مفہوم ملیں گے۔ جو آج کل کے مفہوم سے جدا نہیں۔ لوکریشس کے نزدیک ٹھوس کے جوہر کانٹے دار ہیں، جس کی بدولت ایک جوہر دوسرے جوہر سے اٹکا ہوا ہے۔ متاخرین میں جان برنولی نے کانٹے دار جوہر کے مفہوم سے کام لیا اور انیسویں صدی کے کیمیا داں بھی کیمیائی امتزاج[۱] اور گرفت[۲] کی توجیہ کے لئے اس سے کام لیتے تھے۔

اس نظم میں نیوٹن کو گرنے اجسام کا گیلیلیو والا کلیہ نظر آیا کہ خلا میں جہاں کوئی مزاحمت نہ ہو، تمام جوہر خواہ ہلکے ہوں یا بھاری ایک ہی رفتار سے گرتے رہیں۔ لوکریشس کے نزدیک مظاہر عالم ضرورت کی وجہ سے یا جدید اصطلاح میں طبیعی کلیہ کی وجہ سے رونما ہوتے ہیں۔ استمرار[۳] مادہ اور استمرار توانائی[۴] کے کلیے بھی اس نظم میں ملتے ہیں۔

لوکریشس کے ہم عصروں میں سب میں زیادہ مشہور جولیس قیصر (۱۰۰ — ۴۴ ق م) ہے۔ سائنس اور طبیعیات کے نقطۂ نظر سے اس کے ساتھ دلچسپی

---

[۱] Combination [۲] Valency
[۳] Conservation [۴] Energy

کی وجہ یہ ہے کہ اس نے تقویم کی اصلاح کی اور سال کے ¼ ۳۶۵ دن قرار دئے یہ تقویم یورپ میں ۱۵۸۲ء تک جاری رہی، اس وقت پاپائے روم گرے گوری سیز دہم نے اس میں اصلاح کر دی جو آج تک قائم ہے۔

مارکس[۱] وٹروویس پولیو (۸۵ — ۲۶ ق م) شہنشاہ آگسٹس[۲] کا میر عمارت تھا۔ اس نے فن تعمیر پر ایک کتاب لکھی جس میں متعلقہ طبیعی اور فنی معلومات تفصیل سے درج کی ہیں۔ وہ جانتا تھا کہ آواز ہوا میں ارتعاش کا نام ہے۔ اسی نے تعمیری[۳] صوتیات کا ذکر سب سے پہلے کیا ہے۔

تقویم عیسوی کی پہلی صدی کے نصف آخر میں علوم کا کچھ احیا نظر آتا ہے۔ اس سلسلے میں سب سے زیادہ مشہور حکیم بلیناس ہے جس کی پیدائش ۲۳ء کی ہے اور جس کی وفات ۷۹ء میں ہوئی۔ اس حکیم نے "تاریخ طبعی" کے نام سے ۳۷ جلدوں میں اپنے زمانے کے تمام علوم کو جمع کر دیا ہے۔ اس کی معلومات کے ماخذ زیادہ تر ارسطو اور شیوفراسطوس ہیں۔ لیکن سائنسی مشاہد کی حیثیت سے ان دونوں سے بلیناس کا پایہ فروتر ہے۔ البتہ اس میں علم کی جستجو کافی تھی۔ چنانچہ وہ اپنی اس جستجو کا شہید بھی ہوا۔ ویسو ویس نامی کوہ آتش فشاں میں جب وہ آتش فشانی پیدا ہوئی جس نے پامپئی[۴] آئی اور ہر کولینیم[۵] کو تباہ کر دیا، تو اس وقت بلیناس رومی بیڑے کی کمان کر رہا تھا۔ وہ ساحل پر اتر کر حالات کا خود مشاہدہ کرے۔ اندازہ غلط ہوا۔ وہ ضرورت سے زیادہ آگے بڑھ گیا۔ نتیجہ یہ ہوا کہ خاک اور لاوا کے ملبے میں ڈھیر ہو کر رہ گیا۔

۱ـ Marcus Vetruvius Pollio ۲ـ Augustus

۳ـ Architectural Acoustics ۴ـ Pompeii

۵ـ Herculaneum

لوسیئس اینیس سنیکا (۳ ق م ۔ ۶۰ ء) شہنشاہ نیرو کا اتالیق تھا۔ اس نے ایک کتاب "سوالات طبعی" کے نام سے طبعی مظاہر پر لکھی۔ لیکن بلینا اس کی کتاب کی یہ بھی نقل ہی۔ سنیکا نے تبلایا کہ قوس قزح میں جو رنگ پیدا ہوتے ہیں وہ وہی ہوتے ہیں جو شیشے کے ایک ٹکڑے کے کنارے پر بنتے ہیں۔ اس نے یہ بھی مشاہدہ کیا کہ شیشے کا کوئی مدور برتن پانی سے بھرا ہو تو اس سے اشیا، بڑی ہو کر دکھلائی دیتی ہیں۔ اس سے اس نے صرف یہی نتیجہ نکالا کہ ہماری نظر ہم کو بہت دھوکا دیتی ہی۔ اس کی کتاب یورپ کے ازمنۂ وسطیٰ میں عرصہ تک طبیعیات کی درسی کتاب رہی ہی۔

باوجود اس کے سائنس میں اس کا پایہ زیادہ بلند نہیں ہی۔ چناں چہ میکانیات میں اس نے یہ افسانہ تصنیف کیا کہ ایک مچھلی ہوتی ہی جو ایک فٹ سے کچھ کم لمبی ہوتی ہی۔ وہ اگر کسی جہاز سے چمٹ جائے تو اس کی حرکت کو روک دیتی ہی خواہ آندھی کیوں نہ چل رہی ہو مستزاد یہ کہ جنگ الطیوم[۱] میں اس نے سب سے بڑے جہاز کے اسی طرح رک جانے کا دعویٰ کیا۔

ماحرکیات[۲] یعنی مائعات یا سیالات کی حرکت پر سکسطوس فرنطینوس[۳] نے مفید مشاہدات کئے۔ یہ شخص رومی سپاہی اور انجینیر تھا۔ اس نے شہر کی آب رسانی پر ایک کتاب لکھی اور تجربے سے دریافت کیا کہ جب پانی کسی سوراخ میں سے نکلتا ہی تو بہاؤ کی شرح کا انحصار نہ صرف سوراخ کی جسامت پر ہوتا ہی بلکہ پانی کی سطح سے اس کی گہرائی پر ہوتا ہی۔

بوئیوس[۴] (۴۵۰ ء — ۵۲۴ ء) نے موسیقی پر ایک کتاب لکھی جس سے

---

[۱] Actium   [۲] Lucius Annaeus Seneca

[۳] Boethius   [۴] Sextus Frontinus   [۵] Hydrodynamics

یونانیوں کے نظریوں کا بہت کچھ حال معلوم ہوتا ہی۔ یہ سقوط روما کے وقت پیدا ہوا۔ یہ آخری رومی ہی جس نے یونانیوں کے علوم پر عبور حاصل کیا۔

قلومیڈس[۱] کی نہ تو جائے پیدائش معلوم ہی اور نہ تاریخ پیدائش۔ البتہ اس کا پتہ چلتا ہی کہ وہ شہنشاہ آغسطوس کے زمانے میں تھا۔ ارشمیدس اور اقلیدس کی طرح اس نے بھی یہ مشاہدہ کیا کہ ایک خالی برتن میں کوئی چیز پڑی ہو اور برتن کا کنارا اُسے چھپالے تو پانی ڈالنے پر وہ شے نظر آنے لگتی ہی۔ اس سے استدلال کر کے قلومیدس نے یہ قیاس کیا کہ سورج نظر آسکتا ہی اگرچہ وہ افق کے نیچے ہی کیوں نہ ہو۔ پس بطلیموس کے بعد یہی پہلا شخص ہی جس نے ہوائی انعطاف پر غور کیا۔

رومی طبیعیات پر ایک نظر حضرت مسیح علیہ السلام سے ایک صدی قبل رومیوں نے دنیا کو فتح کر ڈالا تھا لیکن خود یونانی علوم سے مفتوح ہو گئے۔

رومیوں کو علوم نظری سے زیادہ رغبت نہ تھی، لیکن عملی فنون میں ان کو بڑا ملکہ حاصل تھا، مثلاً انجینئرنگ، میکانیات، مافوائیات[۲]، تعمیر، پل بندی، اور سڑکوں کے بنانے میں ان کو کافی مہارت تھی۔ ان کے تعمیری فن کاری کے نمونے آج بھی ان کی مہارت کے شاہد عادل ہیں۔

اسکندریہ کو رومیوں نے ۳۰ ق م میں فتح کیا تھا۔ اس وقت اسکندریہ اپنے عروج پر تھا۔ اس کے بعد سے مسلسل زوال شروع ہوا۔ گو وہ کئی صدیوں تک مرکز علم بنا رہا۔ ذہنی دیو پیکر ختم ہو چکے۔ اُپج اور ایجاد کا مادہ باقی نہ رہا تھا۔ اسکندریہ کے اساطین اب محض مقلد، شارح اور ناقل رہ گئے تھے۔ معیار پست سے پست تر

۱؎ Cleomedes ۲؎ Hydraulics

ہوتا چلا گیا۔ علم ہیئت علم نجوم میں ضم ہو کر رہ گیا۔ علم میں گہرائی باقی نہ رہی۔

اس زوال کا سب سے بڑا سبب مغربی مصنفین کے نزدیک سرکاری مذہب عیسوی تھا۔ جب اس مذہب نے اپنے کو قوی محسوس کیا تو ہر قسم کے یونانی علوم کی شدید مخالفت شروع کر دی۔ یونانیت کی مذہبی اعتبار سے غیر جانبدارانہ اور غیر اخلاقی ذہنی روش کو اس نے سخت ناپسند کیا۔ اس مذہب کے نزدیک جو علم اس نئے مذہب کا ساتھ نہ دیتا وہ مردود ٹھیرتا۔

۵۲۹ء میں عیسائیوں نے شہنشاہ جسٹینین سے یہ فرمان حاصل کر لیا کہ "ایتھنس میں بے دینوں کے علوم کی تعلیم نہ دی جائے گی"۔ اس فرمان سے ایتھنس کے مدرسے بند ہو گئے۔ اسی زمانے میں اسکندریہ کے کتب خانے اور عجائب خانے کو عیسائیوں نے برباد کر دیا۔ ۶۱۴ء میں اسکندریہ پر مسلمانوں نے قبضہ کیا۔ مغربی مورخین بھی لکھتے ہیں کہ باقی ماندہ کتب خانے کو مسلمانوں نے مذہب کا نام لے کر ختم کر دیا۔ لیکن یہ محض افترا ہے، کتب خانہ عیسائیوں سے بچا ہی نہ تھا جو مسلمان ختم کرتے۔ جیسا کہ مورخین نے ثابت کیا ہے۔ یہاں اس کی بحث ہمارے موضوع سے خارج ہے۔

پانچواں باب

عربی دور

عربی خصائل انسان کی ذہنی تاریخ میں قوم عرب کی ترقی ایسا محیرالعقول کارنامہ ہے کہ نہ اگلوں میں اس کی نظیر ملتی ہے اور نہ پچھلوں میں۔ جاہلیت کے دنوں میں وہ متفرق قبیلوں میں بٹے ہوئے تھے جو ایک دوسرے سے برسرپیکار رہتے تھے۔ اسلام کو عربوں نے کیا قبول کیا کہ یہ سارے مناقشے مٹ گئے اور مذہب کی اس بھٹی میں پڑکر وہ سب مل کر ایک قوم بن گئے۔

پہلے ایک دور فتوحات کا گزرا یہاں تک کہ عربوں نے سارا شمالی افریقہ فتح کر لیا، یورپ میں اسپین کے ایک بڑے حصہ پر قابض ہو گئے۔ جنوبی فرانس کو بھی فتح کیا۔ ۷۳۲ء میں چارلس مارٹل نے ان کی مزید پیش قدمی روک دی ورنہ آج یورپ کا نقشہ ہی دوسرا ہوتا۔ یہ فتوحات نہ صرف مغرب میں حاصل ہوئیں بلکہ مشرق کو بھی زیرنگیں کیا۔

جب جنگ وجدل کا یہ زمانہ ختم ہو گیا۔ امن وامان کا زمانہ آیا تو جس سرعت، شوق، ولولہ اور انہماک کے ساتھ عربوں نے علوم وفنون کے چشموں سے اپنی علمی پیاس بجھائی ہے وہ بذات خود تاریخ علوم میں ایک

کرشمہ ہے۔ اس جد و جہد میں عربوں کا میلان طبیعت زیادہ تر اُن علوم کی طرف رہا ہے جن کی بنیاد عمل اور تجربے پر قائم ہے۔ اسی وجہ سے ان ہی علوم میں عربوں کی جدت طبع کے ثبوت بکثرت ملتے ہیں۔ کچھ یہ بھی ہے کہ عربوں میں قدرتی طور پر عمل پسندی زیادہ ہوتی ہے۔ چناں چہ سائنس کی ترقی کے لئے جو صفات ضروری خیال کی گئی ہیں یعنی زبردست قوت مشاہدہ باریک بینی، صبر و تحمل، استقلال، تندہی، کد و کاوش وغیرہ، وہ اس قوم میں کوٹ کوٹ کر بھری ہوئی تھیں۔ اس کا مطلب یہ نہ لینا چاہیئے کہ ان میں تخئیل تھا ہی نہیں۔ مطلب صرف اتنا ہے کہ عمل پسندی اتنی زیادہ تھی کہ تخیل سے بےحد مناسب کام لیتے تھے۔ یہی وجہ ہے کہ فلسفہ جیسے علوم میں، جن کا دار مدار تخیل پر ہے، عربوں نے زیادہ جولانی نہیں دکھائی بایں ہمہ فلسفہ میں علم کلام کے اضافہ سے انھوں نے یہ ثابت کر دیا کہ وہ اس میدان کے بھی اہل ہیں۔

عربی سائنس۔طبیعیات

۶۲۰ء اور ۶۵۰ء کے درمیاں عربوں نے ممالک عرب، شام، فارس اور مصر کو فتح کر لیا تھا۔ کوئی ڈیڑھ سو برس بعد اسلامی یا عربی دنیا نامور عباسی خلیفہ ہارون الرشید کے زیرنگیں تھی۔ خلیفہ کے حکم سے یونانی سے عربی میں کتابیں ترجمہ کی گئیں۔ شروع شروع کام کی رفتار سست رہی کیوں کہ فلسفیانہ اور سائنسی خیالات کے لئے اصطلاحات اور موزوں اسلوب بیان کی ضرورت تھی۔ اسی میں کچھ عرصہ لگا۔ عربوں نے سب سے پہلا کام یہی کیا کہ یونانی علوم جن کو لوگوں نے فراموش کر دیا تھا۔ انھیں دوبارہ حیات بخشی۔ پھر ان کو اپنی زبان اور ثقافت کا جزو بنالیا۔ اس کے بعد اپنی طرف سے بھی ان علوم میں اضافہ کیا بالخصوص اصول میں۔ اس کے لئے ان کو طویل عرصہ درکار نہیں ہوا

بلکہ ایک قلیل عرصے میں انھوں نے یہ کارنامہ انجام دیا جس کی نظیر ملنا مشکل ہی۔
عربوں نے متعدد علمی مرکز قائم کئے مثلاً بغداد، قاہرہ، سالرنو واقع جنوبی اطالیہ، قرطبہ واقع ہسپانیہ۔ یہاں باقاعدہ مدرسے قائم تھے جہاں عربوں کے پسندیدہ علوم ریاضی، ہیئت، جغرافیہ، کیمیا وغیرہ کی تعلیم دی جاتی تھی۔ بہت جلد یہ مدارس تمام دنیا میں مشہور ہو گئے۔ عربوں نے اپنے مدارس کے دروازے کبھی کسی پر بند نہیں کئے۔ چناں چہ مسلمانوں کے علاوہ دیگر غیر مسلم بھی ان علمی چشموں سے سیراب ہوتے رہتے تھے۔

طبیعیات میں سب سے نمایاں نام ابن الہثیم کا ہی جس کا نمایاں موضوع علم مناظر و مرایا ہی۔ یہ حکیم اس کا مستحق ہی کہ اس کی زندگی اور اس کے کارنامے کسی قدر تفصیل سے بیان کئے جائیں۔

ابن الہثیم:— پورا نام ابو علی الحسن ابن الحسن ابن الہثیم ہی۔ لاطینی میں یہ نام بگڑ کر الہیزنؔ[1] ہو گیا۔ انگریزی میں بھی نام رائج ہی۔

ابن الہثیم بصرہ میں ۹۶۵ء میں پیدا ہوا۔ اس زمانے میں بصرہ ایک مردم خیز خطہ تھا جس کی خاک سے بڑے بڑے نامور پیدا ہوئے۔ بصرہ کو ابن الہثیم پر اسی طرح ناز ہی جس طرح کہ خاک صقلیہ کو ارشمیدس پر، اسکندریہ کو بطلیموس پر، پولستان کو کوپرنکس پر یا انگلستان کو گلبرٹ اور نیوٹن پر۔

ابن الہثیم بچپنے ہی سے ذہین اور طباع تھا۔ ہوش سنبھالنے کے بعد اس زمانے کے دستور کے مطابق علوم عقلی اور نقلی سے فراغت حاصل کی۔ اس کی وسعت علمی کا چرچا دور دور تک پھیلا۔ وہ ترقی کرتے کرتے وزارت کے عہدے پر پہنچا۔

---

[1] Alhazen

مصر میں اس زمانے میں الحاکم کی حکومت (۹۹۶ء — ۱۰۲۰ء) تھی۔ اس نے سن پایا کہ ابن الہیثم نے دریائے نیل کے بہاؤ سے متعلق ایسی تجویز نکالی ہے کہ ہر سال آب پاشی کے لئے پانی میسر آسکے۔ اس خبر نے خلیفہ مصر کو اس بات پر مجبور کیا کہ وہ ابن الہیثم کو مصر آنے کی دعوت دے۔ چناں چہ اس دعوت پر ابن الہیثم مصر پہنچا۔ خدمت یہ سپرد ہوئی کہ نیل کی طغیانی پر قابو پانے کے لئے ایسے ذرائع تجویز کئے جائیں جو بارش کی احتیاج سے بے نیاز کردیں۔ چناں چہ اس نے اس تکمیل کا بیڑا اٹھایا۔ لیکن جب وہ مقام سائن کے قریب آبشار نیل پر پہنچا تو اس کو اس تجویز کے عملی نقطہ نظر سے لاحاصل ہونے کا علم ہوا۔ زمانہ موجودہ میں اس قسم کی ناکامی کسی سائنس داں یا انجینیر کی شہرت پر کوئی حرف نہیں لاسکتی۔ لیکن اس زمانے میں ماحول دوسرا تھا۔ اس لئے ابن الہیثم کی یہ ناکامی اس کی گزشتہ تمام شہرت پر پانی پھیر دینے اور شاہی عتاب کے نازل ہونے کے لئے کافی تھی۔ نتیجہ یہ ہوا کہ جان عزیز کو بچانے کے لئے غریب ابن الہیثم کو ایسی تدبیر اختیار کرنی پڑی جو اس زمانے میں نہایت ہی مضحکہ خیز خیال کی جائے گی۔ یعنی وہ دیوانہ بن گیا اور اس نے حرکات مجنونانہ کا ارتکاب شروع کر دیا۔ اس صورت سے اس نے خلیفہ کے عتاب سے مخلصی پائی۔ پھر وہ مصر سے اندلس چلا گیا اور بقیہ حصہ عمر کا وہیں گزار دیا۔ اگرچہ اس کا انتقال ۱۰۳۹ء میں بہ مقام قاہرہ ہوا

ابن الہیثم کے علمی کارنامے ابن ابی اصیبعہ کا قول ہے کہ علوم ریاضی اور طبیعیات میں ابن الہیثم کا کوئی ہمسر نہیں ہوا۔ چاسلر[۲] کہتا ہے کہ ابن الہیثم کو ہمیں اپنے علم مناظر کا سرچشمہ سمجھنا چاہیئے اور یہ

Chasler ۲ Syme ۱

عرب عظیم اس تعریف کا مستحق ہے۔ جارج سارٹن[1] اپنی "تاریخ سائنس" جلد اول میں لکھتا ہے کہ مسلمانوں میں ابن الہثیم سب سے بڑا ماہر طبیعیات تھا۔ اور ہر زمانے کے بڑے علمائے مناظر میں شمار کئے جانے کے قابل ہے۔ علاوہ طبیعیات کے اس کو ہیئت، ریاضی اور طب میں بھی کامل دست گاہ تھی۔ اس نے ارسطو اور جالینوس پر شرحیں لکھی ہیں۔

مصر کے دوران قیام ہی میں اس کی تصنیفات کا بہت سا ذخیرہ تیار ہو گیا تھا۔ لیکن اس کی سب کتابیں ہم تک نہیں پہنچی ہیں۔ طبیعیات میں اس کی "کتاب المناظر" بڑے پایہ کی کتاب ہے۔ اس کا ترجمہ لاطینی زبان میں ۱۵۷۲ء میں شائع ہوا۔ صرف یہی ایک کتاب ابن الہثیم کے علمی تبحر کے اندازے کے لئے کافی ہے۔

علم مناظر طبیعیات کی ایک اہم اور مفید شاخ ہے جس نے اس زمانے میں بہت ترقی کی ہے۔ لیکن اس زمانے میں اس علم کی ترقی، اصولوں کی دریافت، قوانین کی تشریح اور مناظر قدرت کی توجیہ میں جو کام ابن الہثیم نے انجام دیا ہے وہ فیثاغورث، کپلر اور نیوٹن کے کاموں سے اہمیت میں کسی طرح کم نہیں۔ اگر فیثاغورث کو اس بات کا فخر ہے کہ اس نے بطلیموسی نظام کی غلطیوں کو منکشف کر کے طبیعیات جدید کا سنگ بنیاد رکھا تو ابن الہثیم کو بھی یہ فخر حاصل ہے کہ اس نے علم مناظر کے متعلق تخیل پسند یونانیوں کی غلط فہمیوں کی تردید تجربہ و مشاہدے سے کی۔ اور ایسے اکتشاف کئے جو بعد میں مزید ترقیوں کا باعث ہوئے۔ ہم یہاں ذیل میں چند مسائل بیان کریں گے جن سے ہمارے بیان کی تائید ہوگی۔

---

[1] George Sarton

رویت اشیا:- یونانیوں میں رویت اشیاء کے متعلق دو مذہب پائے جاتے تھے۔ افلاطون، اقلیدس وغیرہ کا مذہب یہ تھا کہ نور کی شعاعیں آنکھ سے نکل کر شے مرئی پر پڑتی ہیں اور یہی رویت کا باعث ہوتی ہیں۔ اس کے برخلاف ارسطو اور دی مقراطیس وغیرہ کا یہ مذہب تھا کہ رویت کا باعث وہ شعاعیں ہیں جو شے مرئی سے نکل کر آنکھ کی پتلی پر پڑتی ہیں۔ اپنے اپنے قیاس کی تائید میں دونوں مذہب ریاضی یعنی ہندسہ سے کام لیتے تھے۔ اور جہاں تک معلوم ہے آنکھ کی بناوٹ اور اندرونی ساخت کا انھیں علم تک نہ تھا۔ سب سے پہلا شخص جس نے انسانی آنکھ کی اندرونی ساخت کا مطالعہ کرکے تحقیق کی بنا پر رویت اشیا کا باعث ان شعاعوں کو ٹھیرایا جو شے مرئی سے نکل کر آنکھ کی پتلی پر پڑتی ہیں وہ ابن الہیثم ہے۔ چناں چہ وہ لکھتا ہے کہ وہ شعاعیں جو شے مرئی سے نکلتی ہیں آنکھ کے پہلے پردے پر پڑتی ہیں۔ یہاں سے منحرف ہو کر اور ایک نقطہ پر جمع ہو کر وہ ایک دوسرے پردے پر پڑتی ہیں جہاں اصلی شے مرئی کا خیال بنتا ہے۔ پھر یہ خیال عصب بصری کے ذریعہ دماغ تک پہنچتا ہے اور دماغ شے مرئی کو محسوس کر لیتا ہے۔ لیکن اس جگہ یہ سوال پیدا ہو سکتا ہے کہ جب ہم دونوں آنکھوں سے دیکھتے ہیں اور دونوں پتلیوں سے دو خیال بنتے ہیں تو پھر شے ایک ہی کیوں دکھلائی دیتی ہے؟ اس کا جواب بھی ابن الہیثم نے دیا ہے جس کا خلاصہ یہ ہے کہ انسان کی دونوں آنکھیں، آنکھوں کی دونوں پتلیاں، اور پتلیوں کے پردے سب ایک تناسب میں واقع ہوئے ہیں۔ اس لئے جب ایسے پردوں پر دو خیال پیدا ہوتے ہیں تو دماغ ایک ہی تصور قائم کرتا ہے۔ چنانچہ تجربہ بتلاتا ہے کہ یہ تناسب کسی طرح بگڑ جاتا ہے تو ایک ہی شے دو دکھلائی دینے

لگتی ہے۔ مثلاً ایک آنکھ کو انگلی سے ایک طرف دباکر دیکھا جائے تو ایک شئے دو نظر آنے لگتی ہے۔ جدید سائنس بھی ابن الہیثم کی تائید کرتی ہے یعنی ابن الہیثم کی توجیہ بہترین توجیہ قرار دیتی ہے۔

روشنی کا انعکاس:- روشنی کے انعکاس کے بارے میں ابن الہیثم نے ایک نہایت مفید اضافہ کیا جو اصولی حیثیت سے بہت اہمیت رکھتا ہے۔ یونانیوں کو اس بات کا علم تھا کہ جب کسی جسم پر روشنی منعکس ہوتی ہے تو زاویۂ وقوع[1] اور زاویہ انعکاس[2] ایک دوسرے کے برابر ہوتے ہیں۔ اس پر ابن الہیثم نے یہ اضافہ کیا کہ دونوں زاویے ایک ہی مستوی میں واقع ہوتے ہیں۔ آج کل طبیعیات کا ہر ابجد خواں اس کلیّہ[3] سے واقف ہے تاہم اس انکشاف کی اہمیت وہی اصحاب سمجھ سکتے ہیں جو علوم کی ارتقائی ترقی اور اس کی تاریخ سے واقفیت رکھتے ہیں ہر علم کی ترقی اس کے اصولوں کی دریافت ہی پر منحصر ہوتی ہے۔ جب تک اصولی قوانین یا کلیے دریافت نہیں ہو لیتے۔ آئندہ ترقی کا راستہ مسدود رہتا ہے۔ بارہا ایسا ہوا ہے کہ اصولی قوانین کی غلطی یا عدم موجودگی کی وجہ سے صدیوں تک کسی علم کی ترقی رکی رہی۔ اور جب ان کو دریافت کرلیا گیا تو وہی علم آناً فاناً ترقی کر گیا۔

اس نے کروی[4] اور شلجمی[5] آئینوں کا بھی مطالعہ کیا۔ اُن سے متعلق حسب ذیل امور دریافت کئے :-

(۱) کسی نقطہ میں سے گزرنے والی شعاعوں کی تعداد جتنی زیادہ ہوتی ہے اتنی ہی زیادہ حرارت نقطہ پر پیدا ہوتی ہے۔

---

[1] Angle of Incidence [2] Angle of Reflection
[3] Law [4] Spherical [5] Parabolic

(۲) جو شعاعیں کسی کروی آئینے کے صدر محور[1] کے متوازی ہوکر آئینے پر واقع ہوتی ہیں وہ منعکس ہوکر محور کی طرف لوٹتی ہیں۔

(۳) اگر کسی کروی آئینے پر ایک دائرہ ایسا فرض کیا جائے جس کا محیط آئینے کے صدر محور پر عمود دار ہو تو اس محیط کے تمام نقطوں سے منعکس ہونے والی شعاعیں صدر محور کے ایک اور ایک ہی نقطہ سے گزریں گی۔ اس نقطہ کو آئینہ کا ماسکہ[2] کہتے ہیں۔

اس نے الگ الگ کروی حلقوں کا ایک آئینہ بنایا تھا۔ ہر حلقہ کا نصف قطر اور مرکز الگ تھا لیکن ان سب حلقوں کو اس طرح منتخب کیا تھا کہ تمام حلقے جملہ شعاعوں کو ٹھیک ٹھیک ایک ہی نقطہ پر منعکس کرتے تھے۔ ذیل کا مسئلہ "مسئلہ ابن الہیثم" کے نام سے مشہور ہے:-

ایک منور نقطہ اور آنکھ کے محل معین ہوں تو کروی، سطوانہ[3] نمائی یا مخروطی[4] آئینے پر ایسا نقطہ دریافت کرنا ہے جہاں سے انعکاس واقع ہوتا ہے۔

اس مسئلہ کی ابتدا تو بطلیموس کے مناظر میں ملتی ہے لیکن جب ابن الہیثم نے اس پر استادانہ بحث کی تو یہ مسئلہ ہندسی دقتوں کی وجہ سے اہل یورپ میں بہت مشہور ہوگیا۔

انعطاف نور:- ابن الہیثم نے زاویہ وقوع اور زاویہ انعطاف[5] کی پیمائش نہایت احتیاط سے کی اور بطلیموس کے دعوے کی تغلیط کی کہ زاویہ وقوع اور زاویہ انعطاف کی نسبت مستقل ہوتی ہے۔ انعطاف کو سمجھنے کے لئے ذیل کی مثال کافی ہوگی:-

---

Cylindrical ۳ Focus ۲ Principal Axis ۱

Refraction ۵ Conical ۴

حسب ذیل شکل ۱۲ اگر لکڑی کی ایک سیدھی چھڑی ل ب پانی کے
ایک برتن میں اس طرح مائل رکھی
جائے کہ آدھا حصّہ پانی کے اندر
رہے اور آدھا باہر اور پھر اوپر
سے اس کو دیکھا جائے تو وہ مقام
ا پر خمیدہ نظر آئے گی۔ ا وہ نقطہ
ہے جہاں چھڑی پانی کو مس کرتی

شکل ۱۲

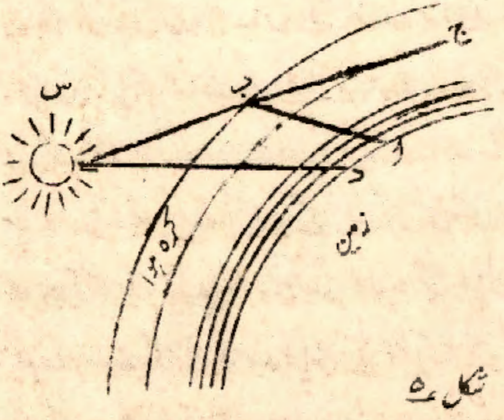


ہے۔ اگر پانی نہ ہو تو چھڑی ل ا ب کی وضع میں نظر آتی لیکن پانی کی وجہ سے وہ ل ا ج کی وضع میں نظر آتی ہے۔ اس لئے ایسا معلوم ہوتا ہے کہ وہ ا پر ٹوٹ گئی ہے اس کا سبب یہ ہے کہ روشنی جب مختلف کثافتوں کی اشیاء میں سے گزرتی ہے تو اپنا راستہ بدل دیتی ہے۔ پانی کے اندر چھڑی کا جو حصہ ہے اس سے روشنی چل کر ہماری آنکھ تک پہنچنے کے لئے ہوا میں سے گزرتی ہے۔ پانی اور ہوا کی کثافتیں مختلف ہوتی ہیں۔ اس لئے پانی کے اندر روشنی کا جو راستہ ہے وہ ہوا میں بدل جاتا ہے۔ اس لئے پانی اور ہوا کے درمیان سطح فارق پر یہ انحراف پیدا ہوتا ہے۔ راستے کے اس طرح سے بدل جانے ہی کو انعطاف نور کہتے ہیں۔

انعطاف کو دکھلانے کے لئے ابن الہیثم نے ایک آلہ تیار کیا تھا۔ جس میں ایک درجہ دار کروی حلقہ تانبے کا بنا ہوا تھا۔ اس کو انتصابی وضع میں رکھا گیا اور آدھا پانی کے اندر اتار دیا گیا۔ حلقہ کے کنارے میں ایک سوراخ تھا جس میں سے شعاع داخلی گزاری گئی۔ وہ پھر مرکز پر پہنچتی تھی جہاں ایک سوراخ دار قرص بھی سے گزرتی تھی۔ یہ آلہ اس قدر سادہ

اور اعلیٰ ہے کہ آج صحیح اور اعلیٰ آلات کے بنانے میں کمال حاصل کر لینے کے بعد بھی یہی آلہ قدرے ترمیم کے ساتھ انعطاف کی توضیح کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کی بڑی خصوصیت یہ ہے کہ اس میں زاویہ وقوع اور زاویہ انعطاف راست پڑھے جا سکتے ہیں۔ اور اگر رنگین روشنی استعمال کی جائے تو روشنی کا راستہ بہت اچھی طرح نظر آ سکتا ہے۔

اس اصول سے مدد لے کر ابن الہیثم نے ہوائی انعطاف کی توجیہ کی۔ اس نے بتلایا کہ ہمارے کرۂ ارض کے چاروں طرف جو ہوا ہے وہ زمین سے قریب تر ہوتی ہے تو کثیف تر ہوتی جاتی ہے۔ پس اس نے یوں استدلال کیا کہ سورج، چاند اور ستاروں سے آنے والی ترچھی شعاعیں زمین سے قریب آنے پر خمیدہ ہو جاتی جاتی ہیں کیوں کہ وہ کثیف تر ہوا میں سے گزرتی ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ غروب کے وقت سورج افق سے نیچے ہونے کے بعد بھی دکھلائی دیتا ہے یعنی غروب مرئی غروب اصلی کے بعد ہوتا ہے۔ اسی طرح طلوع اصلی طلوع مرئی کے بعد ہوتا ہے۔ موجودہ حساب سے یہ فرق کوئی ۵½ دقیقہ (منٹ) ہوتا ہے شکل ۵ سے یہ مسئلہ بخوبی سمجھ میں آ جائے گا فرض کرو کہ سورج س پر ہے اور زمین کی سطح پر ایک شخص ا پر ہے۔ تو سورج سے مستقیم شعاع س د مقام ا تک نہیں پہنچ سکتی۔



شکل ۵

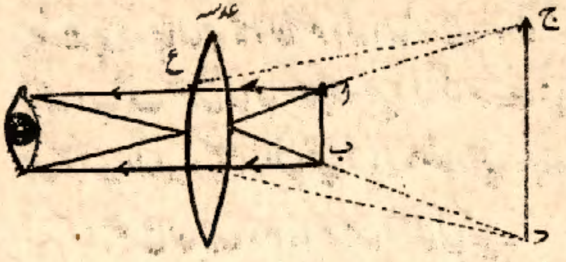
اسی طرح شعاع س ج بھی مقام ل تک نہیں پہنچ سکتی۔ پہلی صورت میں زمین حائل ہوگی۔ دوسری صورت میں شعاع زمین کے اوپر سے گزر جائے گی۔ لیکن جب یہی شعاع س ج کرہ ہوا کو مقام ب پر قطع کرتی ہے تو جیسے جیسے زمین کی جانب ہوا کثیف تر ہوتی جاتی ہے شعاع خمیدہ ہوتی جاتی ہے یہاں تک کہ وہ ل پر پہنچ جاتی ہے۔ اس طرح سورج نظر آنے لگتا ہے۔ یہی مسئلہ اختلاف منظر کہلاتا ہے۔

ابن الہیثم ہی پہلا شخص ہے جس نے یہ بتلایا کہ محدب[۱] عدسہ کو جب آنکھ اور کسی شے کے درمیان مناسب فاصلے پر رکھا جاتا ہے تو وہ شے کو بڑا کر کے دکھلاتا ہے۔ محدب عدسہ سے مراد شیشے کا ایسا جسم ہے جو دو کروی سطحوں سے گھرا ہوا ہو۔ یہ دونوں سطحیں کنارے تک پہنچتے پہنچتے ایک دوسرے پر مائل ہو جاتی ہیں اس لئے وہ شعاعوں کو اتنا خمیدہ کر دیتی ہیں کہ آنکھ کے اندر شعاعیں ایک ماسکہ پر مل جاتی ہیں۔

اس کو اچھی طرح سمجھنے کے لئے کاغذ کے ایک پرزے پر ایک لکیر مثلاً ایک چھوٹا سا تیر کھینچو۔ اب اس کو آنکھ کے نزدیک لاؤ۔ تیر چوں کہ بہت نزدیک ہو گیا ہے اس لئے اگر وضاحت کے ساتھ نظر آ سکے تو بہت بڑا نظر آئے گا۔ لیکن چوں کہ وہ اس قدر نزدیک ہے اس لئے اس سے چلنے والی شعاعوں کو آنکھ ایک نقطہ پر جمع نہیں کر سکتی یعنی ماسکہ میں نہیں لا سکتی۔ اس لئے آنکھ کے پیچھے پردہ شبکیہ[۲] پر کوئی واضح خیال نہیں بنتا۔ اس لئے آنکھ کے سامنے بھی کچھ دھندلا دھندلا نظر آتا ہے۔ لیکن آنکھ کو اپنی وضع پر

---

[۲] Retina [۱] Convex Lens



شکل ع۶

رکھ کر ایک محدّب یا مکبّر عدسہ جب شکل ع۶ تیر اور آنکھ کے درمیان رکھا جائے تو فاصلوں کے صحیح ہونے کی صورت میں ایک واضح خیال نظر آئے گا۔ اس کا سبب یہ ہو کہ عدسے نے شعاعوں کو اب اتنا منعطف کر دیا ہو کہ وہ اب شبکیہ پہ ما سکہ میں آ جاتا ہو۔ مگر قصہ یہیں ختم نہیں ہو جاتا۔ تیر اب مقام ا ب پر چھوٹا سا نظر نہیں آتا بلکہ بڑا ہو کر ج د پر نظر آتا ہو۔ نور کا ایک کلیہ یہ بھی ہو کہ آنکھوں میں شعاعیں جس سمت میں داخل ہوتی ہیں اسی سمت میں ہم کو شے نظر آتی ہو۔ خواہ آنکھ تک پہنچنے میں شعاعوں نے کتنے ہی خم کھائے ہوں۔ چناں چہ شکل ع۶ میں شکستہ خط اس کیفیت کو ظاہر کرتے ہیں۔

ابن الہثیم کے اسی اکتشاف نے عینکوں کی صنعت ممکن کر دی اور آگے چل کر یہی اکتشاف دوربین اور خوردبین کی ایجاد کا باعث ہوا۔

البیرونی ابوریحان محمدؐ بن احمد البیرونی نواحی خوارزم موجودہ خیوا میں ۳ ذی الحجہ ۳۶۲ ہجری مطابق ۴ ستمبر ۹۷۳ء کو پیدا ہوا۔ اس طرح وہ ابن الہثیم کا ہم عصر ہو۔ ۱۰۱۷ء میں البیرونی غزنی میں سلطان محمود کے دربار سے منسلک ہو گیا۔ البیرونی ایک جامع شخصیت کا مالک تھا اور اس کو اس زمانے کے تمام علوم مروجہ پر عبور حاصل تھا۔ اس کا کام زیادہ تر

Magnifying glass

ہیئت پر ہے۔ چناں چہ قانون مسعودی اس فن میں انتہائی کتاب ہے۔ اس کتاب کا ترجمہ اب تک نہیں کیا جا سکا ہے۔ بیرونی کی سو سے زیادہ تصانیف ہیں جن میں کتاب الہند اور آثار الباقیہ زیادہ مشہور ہیں۔ ہندوستان میں عرصہ تک قیام کیا۔ سجستان میں ۱۰۴۸ء میں انتقال کیا۔

عربوں نے "کثافتِ اضافی"[1] کے مفہوم کو بہت کچھ واضح کیا۔ اس کی دریافت کے لئے تجربی طریقے اختراع کئے۔ چناں چہ البیرونی نے اس مقصد کے لئے ایسا برتن استعمال کیا جس میں پیچھے کی طرف جھکی ہوئی ایک ٹونٹی لگی تھی۔ اس کو پانی سے ٹونٹی تک بھر دیا۔ پھر اس میں ٹھوس ڈالا۔ جو پانی بہ نکلا اسی کا وزن کر لیا۔ پھر ہوا میں ٹھوس کے وزن سے کثافت اضافی دریافت کر لی۔ اس طرح البیرونی نے کوئی ۱۸ قیمتی جواہر اور دھاتوں کی اضافی کثافتیں صحیح صحیح دریافت کیں۔

البیرونی نے قدرتی چشموں اور آرتیسی کنووں[2] کے عمل کی توجیہ سکونی اصولوں سے کی۔

دیگر محققین الکندی:۔ ابو یوسف یعقوب ابن اسحاق ابن الصباح الکندی، جس کو لاطینی میں الکندس[3] کہتے ہیں، بہ مقام بصرہ نویں صدی عیسوی کے اوائل میں غالباً ۸۱۳ء میں پیدا ہوا۔ بغداد میں خلیفہ المامون اور المعتصم کا زمانہ (۸۱۲ء — ۸۴۲ء) پایا۔ خلیفہ المتوکل (۸۴۷ء — ۸۶۱ء) کے زمانے میں الکندی کو اپنے فلسفہ کی وجہ سے شدائد برداشت کرنا پڑے۔ ۸۷۳ء میں انتقال کیا۔

---

1. Specific Gravity
2. Artesian Wells
3. Alkindus

یونانی علوم و فلسفہ کا ماہر تھا۔ ارسطو کا اچھی طرح مطالعہ کیا۔ اپنے زمانے کی معلومات کا جامع تھا۔ سائنس دانوں میں شمار کیا جاتا ہے۔ کوئی ۲۰۰ سے اوپر کتابیں تصنیف کیں۔ اکثر تصانیف ناپید ہیں۔ یہ کتابیں ریاضی، نجوم، موسیقی، طبیعیات، طب اور جغرافیہ وغیرہ پر ہیں۔ چار کتابیں ہندسہ ارقام پر لکھیں۔ اس کی بہت سی کتابوں کا ترجمہ لاطینی میں ہوا۔

موسیقی پر مسلمانوں میں سب سے پہلے الکندی ہی نے کتابیں لکھیں جو ہم تک پہنچی ہیں۔ ان میں امتداد زمنی سُر کے اونچے یا نیچے ہونے کی خاصیت کی دریافت کے طریقے بیان کئے ہیں۔

الرازی :- ابو بکر محمد ابن زکریا الرازی کی پیدائش ۹ صدی عیسوی کے وسط میں بہ مقام رے ہوئی۔ اسی سے نسبت الرازی قرار پائی ۹۲۳ء یا ۹۲۴ء میں انتقال کیا۔

طب، طبیعیات اور کیمیا میں رازی کا کوئی ہم سر نہیں تھا۔ بہ کثرت کتابیں تصنیف کیں۔ طبیعیات میں کثافت اضافی پر تحقیقات کیں۔ اسکوئی ترازو کا استعمال کیا۔ اس کو رازی نے میزان الطبعی کے نام سے یاد کیا ہے۔

الفارابی :- ابو نصر محمد ابن محمد ابن طرخان ابن ازلغ الفارابی ترکستان کے شہر فاراب کے قریب وسیج میں پیدا ہوا۔ فاراب کی نسبت سے فارابی کہلایا۔ بغداد میں تعلیم پائی۔ زیادہ تر حلب میں قیام کیا۔ ۹۵۰-۹۵۱ء میں بہ مقام دمشق انتقال کیا۔

فارابی اپنے زمانے کے تمام سائنسی علوم سے واقف تھا۔ ارسطو کو معلم اول کہا گیا تو فارابی اپنی استعداد ذہنی و علمی کی بنا پر معلم ثانی کہلاتا ہے۔

۱؎ Pitch　　۲؎ Hydrostatic Balance

اس نے موسیقی پر ایک کتاب "کتاب الموسیقی" کے نام سے لکھی۔ مشرقی موسیقی پر اس سے بہتر کوئی تصنیف نہیں سمجھی جاتی۔

عرب آلات موسیقی کی ایجاد میں بھی بڑے ماہر تھے۔ انھوں نے دوسری نسل سے جو آلات حاصل کئے اُن کی اصلاح بھی کی۔ اور خود بھی نئے نئے آلات تیار کئے۔ چناں چہ مشہور ہے کہ موسیقی کے ایک باجے "قانون" کا موجد فارابی تھا۔ اس کے متعلق یہ بھی مشہور ہے کہ اس نے ایک باجہ ڈو لکڑیوں سے ترتیب دے کر بنالیا تھا۔ ان کو مختلف طریقوں سے ملانے اور ایک دوسرے پر مارنے سے طرح طرح کے نغمے پیدا ہوتے تھے۔ چناں چہ یہ حکایت بیان کی جاتی ہے کہ ایک مرتبہ فارابی سیف الدولہ ابوالحسن علی ابن حمدان (۹۱۵ء - ۹۶۶ء) جو حلب کے حمدانیہ خاندان کا سب سے بڑا بادشاہ تھا۔ اس کی مجلس طرب میں جا پہنچا۔ حاضرین میں سے کوئی اُسے پہچانتا نہ تھا۔ اس نے شاہی مغنیوں کے عیب نکالے اور ان پر اعتراضات کئے۔ سیف الدولہ نے حیرت سے پوچھا کہ کیا تم بھی اس فن سے واقف ہو؟ یہ سن کر فارابی نے وہی ڈو لکڑیوں والا باجا تھیلی سے نکالا اور بجانا شروع کیا۔ پہلی مرتبہ مجلس کے تمام لوگ بے اختیار ہنسنے لگے۔ دوبارہ نئی ترکیب سے بجایا تو سب رونے لگے۔ تیسری مرتبہ تیسرے ڈھب سے بجایا تو جتنے لوگ محفل میں تھے ایک دم سو گئے اور دربان نے بھی انھیں کا ساتھ دیا۔ فارابی ان لوگوں کو اسی حال میں چھوڑ کر بزم سے نکل آیا۔[1]

یہ قصہ اپنی جگہ صحیح ہو یا نہ ہو اتنا مسلم ہے کہ فارابی موسیقی سے بہ حیثیت مغنی اور بہ حیثیت سائنس داں دونوں طرح واقف تھا۔

---

[1] رسالہ سائنس اکتوبر ۱۹۳۸ء۔

ابن سینا پورا نام ابو علی الحسین ابن عبد اللہ ابن سینا۔ شہرت ابن سینا کے نام سے ہی۔ انگریزی میں 'ایوسینا'[1] ہوگیا۔ شیخ الرئیس خطاب پایا۔ مختصراً شیخ بھی کہتے ہیں۔

شیخ کی پیدائش بخارا کے قریب بہ مقام افشانہ ۹۸۰ء میں ہوئی۔ یہاں ان کے والد آکر آباد ہو گئے تھے۔ ابتدائی تعلیم بخارا میں ہوئی۔ ۱۶ سال کی عمر میں شیخ نے تمام مروجہ علوم و فنون کی تحصیل سے فراغت حاصل کی۔ طب میں وہ دست گاہ حاصل کی کہ صدیوں شیخ کی کتابیں یورپ کی جامعات میں شریک درس رہیں اور آج بھی ہندوستان میں "قانون" کو جو رتبہ حاصل ہی وہ طب میں کسی دوسری کتاب کو حاصل نہیں۔

علوم اور فنون میں اس دست گاہ کے باوجود شیخ نے وزارت بھی کی۔ بلکہ آخری ایام وزارت ہی میں گزرے۔ تقسیم اوقات یوں تھی کہ دن میں کا غذات وزارت اور امور سیاست میں مصروفیت رہتی اور شب میں تشنگان علم کے لئے حلقۂ درس دیر تک جاری رہتا جو کبھی صبح تک ممتد ہو جاتا۔ شیخ نے ۵۸ سال کی عمر میں بہ مرض قولنج بہ مقام ہمدان ۱۰۳۷ء وفات پائی۔ شیخ کی تصنیفات کی تعداد سو سے بھی زیادہ ہی۔ بعض کتابیں چودہ جلدوں پر مشتمل ہیں۔ بعض کتابیں مطبوعہ ہیں۔ بعض یورپ و ایشیا کے کتب خانوں میں غیر مطبوعہ قلمی نسخوں کی صورت میں محفوظ ہیں اور بعض ابھی تک معدوم ہیں۔

جارج سارٹن نے اپنی کتاب "تاریخ سائنس" میں لکھا ہی کہ شیخ فلسفہ، طب، ریاضی اور ہیئت میں کمال رکھتا تھا اور جامع علوم تھا۔ وہ شیخ کو اسلام کا مشہور ترین سائنس داں قرار دیتا ہی اور تمام قوموں، مقاموں اور

[1] Avicenna

زمانوں کے مشاہیر سائنس میں شمار کرتا ہے۔ یوں کہنا چاہیئے کہ قرون وسطیٰ کے فلسفہ کی انتہا شیخ پر ہوئی۔

شیخ کی تصانیف زیادہ تر عربی میں اور چند فارسی میں ہیں۔ ان میں سے زیادہ مشہور کتاب الشفاء، کتاب الاشارات والتنبیہات، کتاب الحمیات، قانون، رسالہ فی فنون متشتیٰ ہیں۔ غیر مطبوعہ کتابوں میں سے ایک کتاب 'رسائل ابن سینا' ہے۔ یہ در اصل ابن سینا کے مختلف رسالوں کا مجموعہ ہے۔ دنیا میں اس کے صرف ۲ نسخے تھے اور اس کی طباعت کی ضرورت مستشرقین تک محسوس کر رہے تھے۔ بالآخر حیدرآباد دکن کی علمی مجلس دائرۃ المعارف کی طرف سے ان ہی نسخوں سے مقابلہ و تصحیح کے بعد طباعت عمل میں آئی۔ ان رسالوں میں سے ایک رسالہ "اسباب الرعد" ہے۔ اس کا ترجمہ رسالہ سائنس بابت جون ۱۹۴۱ء میں شائع ہو چکا ہے۔ ہم اسی ترجمہ سے چند اقتباسات یہاں درج کرتے ہیں:۔

رعد یا گرج کے اسباب:۔ بجلی کی پرخوف گرج کئی اسباب سے پیدا ہوتی ہے۔ اور وہ یہ ہیں:۔

(۱) جب کہ بادل کے دو ٹکڑے آپس میں ایک دوسرے سے ٹکرائیں تو ایسی صورت میں اس ٹکرانے سے ایک قسم کی آواز پیدا ہوتی ہے۔ جسے ہم بادل کی گرج کہتے ہیں۔ جیسے ہم اپنے دونوں ہاتھوں کو ایک دوسرے پر ماریں تو آواز پیدا ہوتی ہے۔

(۲) ایک وجہ یہ بھی ہوا کرتی ہے کہ جو فدا یعنی کھوکھلے بادل میں ہوا داخل ہو جائے اور پھر یہ ہوا بادل کے اندر گردش کرنے لگے۔ جیسا کہ کسی غار کے منھ میں تیز ہوا داخل ہو تو غار کے منہ کے پاس ایک خاص قسم کی پرشور آواز پیدا

ہوتی ہی۔ اسی طرح جب بادل کے اندر ہوا گھومنے لگتی ہی تو بادلوں سے ہم کو گرج کی آواز سنائی دیتی ہی۔

(۳) ایک وجہ یہ ہوا کرتی ہی کہ بادلوں کے پھیلے ہوئے لمبے لمبے چوڑے اور بھیگے ہوئے ٹکڑوں سے تند و تیز ہواؤں کی موجیں زور سے آکر ٹکراتی ہیں۔ اگر کاغذ کے ایک بڑے تختے سے جو ہوا کے رخ پر لٹکا ہوا ہو، ہوائیں آکر ٹکرائیں تو کاغذ سے آواز پیدا ہوتی ہی۔ اسی طرح بادلوں کے آسمان پر پھیلے ہوئے ٹکڑوں سے ہوا کے ٹکرانے سے گرج پیدا ہوتی ہی۔

(۴) ایک وجہ یہ ہوا کرتی ہی کہ ہوا جو بادلوں کے اندر بند ہی وہ کسی سبب سے ہلکی ہوکر بادل سے باہر نکلنا چاہتی ہی۔ اُسے باہر نکلنے کا کہیں راستہ نہیں ملتا۔ اگر ملتا ہی تو اس قدر تنگ کہ وہ تمام ہوا جو بادل کے اندر بند تھی بہ یک وقت نہیں نکل سکتی۔ سب کی سب ہوا صرف ایک تنگ جگہ سے باہر نکلنا چاہتی ہی۔ اس وجہ سے ایک خاص قسم کی آواز بادلوں سے نکلتی ہوئی ہمیں سنائی دیتی ہی۔ جیساکہ دیکھا ہوگا کہ اگر پھکنے یا غبارے میں، جس میں خوب ہوا بھری ہوئی ہو ایک سوراخ کردیا جائے تو چوں کہ بہ یک وقت اندر کی ساری ہوا باہر نکل جانا چاہتی ہی اس لئے ایک آواز سی پیدا ہو جاتی ہی۔

پس یہ چند اسباب ہیں جن کی وجہ سے اس بات کا بہت زیادہ امکان ہی کہ بادل کی گرج ان ہی وجوہ کی بنا پر پیدا ہوتی ہوگی۔

یہ ہو سکتا ہی کہ بعض لوگوں کے دلوں میں اس بات کا شبہ ہو کہ بادلوں سے کسی قسم کی آواز کا پیدا ہونا کیوں کر ممکن ہی؟ جب کہ وہ پتھر یا خشک مٹی کی طرح سخت نہیں بلکہ اُن کی طرح نرم اور کھوکھلے ہیں۔ اور آواز پیدا ہونے کے لئے ضروری ہی کہ وہ دونوں چیزیں جو آپس میں ٹکرائیں وہ سخت ہوں۔ اور یہ بات

بالکل ظاہر ہے کہ ان کو آپس میں رگڑا جائے تو اس میں سے کسی قسم کی آواز پیدا نہ ہوگی۔ اس شبہ کے دور کرنے کے لئے یہاں پر اس بات کا بطور خاص خیال رکھنا چاہیئے کہ بادل کے ٹکرانے سے جو آواز اور گرج پیدا ہوتی ہے وہ اس لئے نہیں ہوتی کہ بادل سخت ہیں۔ بادل تو بڑی حد تک نرم ہیں لیکن ہمارا منشاء یہ ہے کہ چوں کہ وہ کھوکھلے ہیں یعنی جابجا خلادار ہیں اس لئے ان میں پوری صلاحیت موجود ہے کہ ان سے آواز پیدا ہو سکے ....

برق کے اسباب:۔ جہاں تک ہمارا خیال ہے برق کے پیدا ہونے کی کئی وجہیں ہیں۔ ایک وجہ تو رگڑ اور بادلوں کی آپس میں ٹکر ہے۔ جس کی وجہ سے برق پیدا ہوتی ہے۔ اس کو ایک مثال سے یوں واضح کیا جا سکتا ہے کہ جب ہم پتھر کے دو ٹکڑوں کو آپس میں رگڑتے ہیں تو پتھروں میں سے آگ کی باریک باریک چنگاریاں سی نکلتی دکھائی دیتی ہیں۔ یا اگر لکڑی ہی کے دو ٹکڑوں کو تھوڑی دیر تک آپس میں رگڑا جائے تو ان سے بھی آگ پیدا ہو جاتی ہے۔ تہذیب و تمدن سے ذرا دور رہنے والے آزاد خانہ بدوش لوگ جنھیں آگ آسانی سے حاصل نہیں ہوتی وہ اپنی ضرورتوں کے لئے آگ اسی طرح حاصل کرتے ہیں....

برق کے بغیر گرج پیدا ہونے کے اسباب:۔ بسا اوقات بادلوں میں گرج بغیر برق کے بھی پیدا ہوتی ہے یعنی یہ کہ گرج تو سنائی دیتی ہے برق دکھائی نہیں دیتی اس کی کئی وجہیں ہیں۔ ایک تو یہ کہ بادل میں آگ چھپی ہوئی تھی اس لئے گرج تو پیدا ہوتی ہے لیکن برق نکلتی ہوئی دکھائی نہیں دیتی۔ دوسری وجہ یہ ہو سکتی ہے کہ اس میں آگ بہت کم ہوتی ہے اور اتنی کم کہ برق نہیں نکل سکتی۔ یا پھر تیسری وجہ یہ ہو کہ آگ اگرچہ ہوتی ہے کافی مگر کثیف، موٹے اور تہ دار بادلوں کے ٹکڑوں سے نکل کر باہر نہیں آسکتی۔ ایسی صورت میں گرج کی آواز تو پیدا ہوتی ہے

لیکن برق پیدا نہیں ہوتی۔

بغیر گرج کے برق پیدا ہونے کے اسباب:- برق بغیر گرج کے جب پیدا ہوتی ہو تو اس کے دو اسباب ہوتے ہیں:-

(۱) یا تو بادلوں کی رگڑ اور ٹکر بہت کم ہوتی ہو۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہو کہ آگ جو ابر میں چھپی ہوئی ہوتی ہو وہ تو باہر نکل پڑتی ہو مگر آواز پیدا ہونے نہیں پاتی۔

(۲) دوسری وجہ یہ ہوتی ہو کہ بادل کثیف اور منجمد ہونے لگتا ہو اور اس عمل انجماد سے اندر کی چھپی ہوئی آگ باہر نکل پڑتی ہو۔ اس طرح برق تو پیدا ہو جاتی ہو لیکن آواز اور گرج پیدا ہونے نہیں پاتی۔ اس کی مثال ایسی ہو کہ اسفنج کے ایک بڑے ٹکڑے کو چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں میں تقسیم کر دیا جائے اور پھر ان کو الگ الگ نچوڑا جائے تو پانی نکل آئے گا لیکن کسی قسم کی آواز پیدا نہ ہوگی۔

ان اسباب کا بیان جن سے گرج سے پہلے برق ہوتی ہو:- برق جب کبھی گرج سے پہلے ہوتی ہو تو اس کی دو وجہیں ہوا کرتی ہیں اور وہ یہ ہیں:-

(۱) ایک وجہ یہ ہو سکتی ہو کہ آگ جو ابر سے نکلتی ہو وہ بہت تیز ہوتی ہو۔

(۲) دوسری وجہ یہ ہو سکتی ہو کہ برق اور گرج ہوتے تو ہیں دونوں ساتھ ساتھ لیکن ہم برق کو گرج کے سننے سے ذرا پہلے ہی دیکھ لیتے ہیں جس طرح کہ تھوڑے فاصلہ پر کوئی آدمی لکڑی چیر رہا ہو تو ہر بار جب وہ لکڑی چیرنے کے لئے کلہاڑی لکڑی پر مارتا ہو تو آواز ضرور ہوتی ہو۔ لیکن پھر بھی ہم لکڑی پر کلہاڑی کی ضرب کو پہلے دیکھتے ہیں اور آواز ذرا بعد میں سنتے ہیں۔ یہ اس لئے کہ آواز کے مقابلے میں نگاہ کی روشنی کی رفتار زیادہ تیز ہوتی ہو۔

صاعقہ یعنی بجلی گرنے کے اسباب۔ — صاعقہ[1] یعنی وہ بجلی جو زمین پر گر پڑتی ہے وہ یا تو آگ ہوگی مگر ہوائی یا ہوا ہوگی مگر آتشیں۔ یہ صاعقہ جب لکڑی پر گرتی ہو تو اس کو جلا دیتی ہے اور اس میں شعلے بھڑکا دیتی ہے اور جب سونا یا چاندی پہ گرتی ہے تو اس کو پگھلا دیتی ہے۔

اب یہ صاعقہ ایک قسم کی آگ ہے مگر اس میں چنگاریاں نہیں ہوتیں۔ بلکہ یہ ایک قسم کی بھڑکنے والی آگ ہے۔ اسی لیے جب کبھی زمین پہ گرتی ہو تو اس میں سے چنگاری دکھائی نہیں دیتی بلکہ وہاں پر صرف دھواں سا اُٹھتا ہوا دکھائی دیتا ہے۔ اس کا سبب یہ ہے کہ یہ ایک قسم کی ہوائی آگ ہے۔

صاعقہ اُن تمام آگوں سے جو ہمارے پاس ہیں اور جن کا استعمال ہم کرتے ہیں سب سے زیادہ لطیف ہے۔ ہمارے یہاں کی آگ زمین اور دیوار کے اندر گھس جانے کی طاقت نہیں رکھتی۔ برخلاف اس کے صاعقہ ہر جوہر محسوس میں گھس جاتی ہے اور پھر بھی دکھائی نہیں دیتی۔ کیوں کہ یہ اتنی لطیف ہے کہ ہماری آنکھیں اسے دیکھ نہیں سکتیں۔ یہی وجہ ہے کہ خود صاعقہ کو آج تک ہم میں سے کسی نے نہیں دیکھا۔ بلکہ ہم صرف اس کے پیدا کئے اثرات کو دیکھتے رہیں۔ یعنی جس چیز پہ یہ گرتی ہے ہم اس کی جلی حالت کو دیکھتے ہیں۔ خود صاعقہ بوجہ اپنی تیز رفتاری، سرعت اور لطافت کے دکھائی نہیں دیتی۔ کیوں کہ اس کی سرعت حرکت اور تیز رفتاری وقت کے اس وقفہ سے زیادہ ہے جو کسی چیز کے دیکھنے کے لئے درکار ہے۔ کیوں کہ کسی چیز کے دیکھنے کے لئے کچھ مہلت اور وقت کا ایک خاص وقفہ چاہیئے۔ صاعقہ اس مہلت اور وقفہ سے زیادہ تیز ہے جتنی ہم کو کسی چیز کے دیکھنے کے لئے درکار ہے۔

---

[1] Thunder volt

اب صاعقہ خود دو وجہوں سے پیدا ہوتی ہے۔ یا تو بادلوں میں ہوا بھری ہوتی ہے اور ابر کے ٹکڑوں کی آپس کی رگڑ سے یہ ہوا دفعتہً بیک وقت سب کی سب باہر نکلنے کی کوشش کرتی ہے۔ اس طور پر جب ہوا اپنی پوری طاقت سے باہر نکلنا چاہتی ہے تو اس سے آگ پیدا ہو جاتی ہے، جیسا کہ سیسے کی گولیوں کو جب گوپھن سے پھینکا جاتا ہے تو وہ کچھ دور جا کر ہوا کے دباؤ اور رگڑ سے زمین پر گر پڑتی ہیں اور پھر کچھ شعلے نکلنے کے بعد پگھل کر رہ جاتی ہیں۔

دوسری وجہ یہ ہوتی ہے کہ جب بادل کے چھوٹے چھوٹے اور بڑے بڑے ٹکڑے ایک جگہ پر جمع ہونے کی کوشش کرنے لگتے ہیں تو ایسی صورت میں اس تصادم کی بنا پر صاعقہ پیدا ہو جاتی ہے۔ جس طرح پانی کے کئی چشموں سے پانی نکلتا ہے اور کسی ایک جگہ جمع ہو کر بہہ پڑتا ہے۔ اسی طرح بادل کے چھوٹے اور بڑے ٹکڑے جب کسی جگہ جمع ہونے کی کوشش کرتے ہیں تو صاعقہ پیدا ہو جاتی ہے۔ اس کی وجہ یہ ہوا کرتی ہے کہ ایسی صورت میں وہ آگ جو مختلف بادلوں اور ابر کے پردوں میں چھپی رہتی ہے وہ ایک مرکز پر آکر جمع ہو جاتی ہے۔ اس کے بعد جب ہوا باہر نکل جانے کی کوشش کرتی ہے تو ہوا کے ساتھ ہی ساتھ آگ بھی نکل کر صاعقہ پیدا کر دیتی ہیں۔

یہ وہ چند باتیں ہیں جن کو میں نے اس رسالے میں بیان کرنا چاہا تھا

و باللہ التوفیق۔

عمر خیام:- ابو الفتح عمر بن ابراہیم الخیامی معروف بہ عمر خیام بہ مقام نیشا پور پیدا ہوا۔ سال پیدائش میں اختلاف ہے۔ ۱۰۳۸ء سے ۱۰۴۸ء تک کوئی سال پیدائش ہے۔ نیشا پور ہی میں ۱۱۲۳ء میں انتقال کیا۔

وہ فلسفی شاعر، ریاضی داں اور ماہر ہیئت تھا۔ اس کی رباعیات نے

شاعر کی حیثیت سے اس کو زیادہ مشہور کر دیا ہے۔ سلطان ملک شاہ سلجوقی کے حکم سے اس نے تقویم میں اصلاح کی۔ یہ واقعہ ۱۰۷۴ء – ۱۰۷۵ء کا ہے۔ طبیعیات میں اس نے کثافت اضافی کی دریافت کے لئے طریقے ایجاد کئے

کثافت اضافی کی طرف اکثر مسلمان سائنس دانوں نے توجہ کی ہے چنانچہ ۱۱۳۷ء میں الخازنی نے "میزان الحکمۃ" لکھی جس میں ایک عجیب قسم کی ترازو کا ذکر کیا ہے جس میں پانچ پلڑے ہوا اور پانی میں تولنے کے لئے تھے۔ ایک پلڑا درجہ دار ڈنڈی پر حرکت کرسکتا تھا۔ اسی نے یہ بھی بتلایا کہ ہوا میں ایک تقویمی[ا] قوت ہوتی ہے جس کی وجہ سے اجسام کے وزن کم ہو جاتے ہیں۔

اسی زمانے میں مسلمان ملاحوں نے سب سے پہلے مقناطیس سے سمت بتلانے کا کام جہازرانی میں لیا۔ قطب نما یا مقناطیسی سوئی کے متعلق صحیح طور سے نہیں کہا جاسکتا کہ کس کی ایجاد ہے لیکن جہازرانی میں اس کا استعمال سب سے پہلے عربوں ہی نے کیا ہے۔

عربی طبیعیات پر ایک نظر

یہ ایک حقیقت نفس الامری ہے کہ ترقی علوم وفنون میں عربی دل و دماغ نے جو کچھ حصہ لیا ہے اس کا بیسواں حصہ بھی آج دنیا کے سامنے موجود نہیں۔ ایک بہت بڑا حصہ تو انقلاب زمانہ کے غارت گر ہاتھوں سے برباد ہو چکا ہے۔ کچھ تعصب علمی کی وجہ سے ارادتاً دبا دیا گیا ہے۔ اور جس قدر باقی بچا ہے وہ یونانی علوم وفنون سے اس قدر ملا جلا پایا جاتا ہے کہ تفریق کرنا محال ہے۔ اس اختلاط علوم کی بہت سی وجوہات ہیں۔ لیکن سب سے بڑی وجہ جو ہماری سمجھ میں آتی ہے وہ قوم عرب کی علمی بے تعصبی، احسان پرستی اور انصاف پسندی ہے۔ اس قوم نے اپنے ایام

[ا] Buoyant Force

اقبال مندی میں بہت سی مفتوحہ اور غیر مفتوحہ اقوام سے علمی و معاشرتی تعلقات پیدا کئے۔ لیکن جس کسی قوم سے انھیں استفادہ علمی حاصل کرنے کا موقعہ حاصل ہوا اس کی احسان مندی کا اعتراف ہمیشہ اُن کے قلم اور اُن کی زبان پر رہا۔

یونانیوں سے انھوں نے فلسفہ اور طب کو سیکھا۔ ہندوؤں سے علم نجوم، ہیئت اور طب کے چند اسباق لئے اور باوجودے کہ ان ہی علوم میں ان سے کوسوں آگے بڑھ گئے لیکن آخر دم تک اُن کی شاگردی کا دم بھرتے رہے بلکہ بسا اوقات یہ بھی ہوکر رہا کہ جو کچھ اپنے دماغ سے اخذ کرتے تھے وہ بھی اپنے استاد کی طرف منسوب کر دیتے تھے۔ عربوں کی اسی علمی انکساری کا نتیجہ ہو کہ آج ہم ان علوم کے درمیان، جو عربوں نے اپنے دماغ سے پیدا کئے اور جو انھوں نے ہم سایہ اقوام سے لئے، تفریق کرنے سے قاصر ہیں۔ یہی وجہ ہو کہ آج ۷۰۰ سال کے بعد یورپ نے یہ جدت پیدا کی ہو کہ "علوم یونانی کی توسیع و اشاعت میں عربوں کا بھی کچھ حصہ ہو کیوں کہ انھوں نے ان علوم کو مخفی خزانوں میں سے نکال کر زمانہ کی دست برد سے بچالیا اور جوں کا توں یورپ کے حوالے کر دیا۔" حالاں کہ حقیقت یہ ہو کہ عربوں نے علوم نظری میں جو وسعت پیدا کی اس کے مقابلے میں یونانیوں کی پہلی ترقی بالکل ہیچ تھی۔ اور بلا خوف تردید یہ کہا جا سکتا ہو کہ اگر عرب ہیئت، طب، کیمیا، اور طبیعیات کو عملی حیثیت سے ترقی نہ دیتے تو آج دنیا میں سائنس کی وہ جلوہ افروزیاں نظر نہ آتیں جن کی جھلک اس کتاب کی ابتدا ہی میں دکھائی گئی ہو۔ جس سرعت، شوق، ولولہ اور انہماک کے ساتھ عربوں نے علوم و فنون کے چشمہ سے اپنی پیاس بجھائی ہو وہ بذات خود تاریخ العلوم میں ایک کرشمہ ہو۔

عربوں کے قلمی سرمایہ سے جو کچھ بچ رہا ہو اس کے مطالعے سے اہل

یورپ بھی عربوں کے بارے میں اپنی رائے میں ترمیم کر رہے ہیں۔ یہاں یہ واضح کر دینا ضروری ہو کہ عربوں سے مراد صرف عرب نسل کے لوگ نہیں ہیں بلکہ جن قوموں نے عربی زبان اور عربی تمدن اختیار کر لیا وہ سب اس میں شامل ہیں حتیٰ کہ غیر مسلم یہودی اور عیسائی محققین بھی اسی ذیل میں شمار ہوتے ہیں۔

چھٹا باب ۶

طبیعیات ازمنۂ وسطیٰ میں

ازمنۂ وسطیٰ ازمنۂ وسطیٰ سے مراد درمیانی زمانہ ہے جو قدیم اور جدید زمانوں کے درمیان ہے۔ زمانہ جدید میں چوں کہ مغربی اقوام بشمول امریکہ کا غلبہ ہے۔ اس لئے جدید، درمیانی اور قدیم کی تقسیم اُن ہی کے اعتبار سے ہے۔ چوں کہ سائنس اور طبیعیات میں اب یہی اقوام پیش پیش دکھائی دیتی ہیں اس لئے مختلف دوروں کا تعین اور اُن کے نام وغیرہ سب ان ہی اقوام کے لحاظ سے ہوں گے۔

حال تک ازمنۂ وسطیٰ کی اصطلاح کو قدیم تمدن کے اختتام سے لے کر دورِ احیا تک کی درمیانی مدت کے لئے استعمال کیا جاتا تھا۔ یہ درمیانی مدت کوئی ایک ہزار سال کی تھی۔ لیکن تیرھویں اور چودھویں صدی کے علوم، مذہب اور تاریخ کے مطالعہ میں دوبارہ دلچسپی جو پیدا ہوئی تو اس کا اعتراف کیا گیا کہ اس وقت ایک نئے تمدن کی بنیاد پڑ چکی تھی۔ اس لئے اب رجحان اسی طرف زیادہ ہوتا جاتا ہے کہ دورِ وسطیٰ کو دورِ احیا سے پہلے اور دورِ تاریک کے بعد کے چار سو سال کے لئے مختص کر دیا جائے۔ چناں چہ دورِ تاریک کو

آٹھویں صدی عیسوی پر ختم ہونے والے چار سو برس تک محدود سمجھا جاتا ہے۔ پھر نویں صدی سے پندرھویں صدی تک ازمنۂ وسطیٰ ہیں جس کے بعد دور احیا ہے۔ پھر دور جدید شروع ہو جاتا ہے جو اب تک ہے۔ تیسری صدی عیسوی میں یورپ میں غیر متمدن اقوام کا داخلہ شروع ہوا۔ شمال کے زبردست گاتھ جنوب مغربی سمت میں بڑھتے چلے گئے۔ اطالیہ میں داخل ہو کر انھوں نے سلطنت روما کو پاش پاش کر دیا۔ اسی کے بعد دور تاریک شروع ہوا۔ یہ زمانہ گویا یورپ کی قوموں اور یورپ کے اداروں کی تخم ریزی کا زمانہ ہے۔

لیکن جیسا کہ شروع میں اشارہ کیا جا چکا ہے مغربی یورپ میں جو تاریک دور تھا وہ مشرقی اقوام بالخصوص عربوں یا مسلمانوں کے لئے تاریک زمانہ نہ تھا بلکہ یہ اُن کے عروج کا زمانہ تھا، جیسا کہ گزشتہ باب میں اس کی شہادت پیش کی جا چکی ہے۔ یورپ نے عربوں سے بہت کچھ سیکھا لیکن دور احیا تک مغربی دنیا کو قدیم سائنس کا کافی اور راست علم نہ ہو سکا۔ اس وقت اُن میں تنقید کی نظر بھی پیدا ہوئی اور پھر نئے تجربی طریقوں میں انھوں نے اپنا حصّہ بھی شامل کیا۔

۱۱۰۰ء کے بعد کا زمانہ ماقبل کے دور تاریک کی طرح سائنس کے مورخ کی نظر میں تیاری کا زمانہ ہے۔ دونوں زمانے ایک ہی کل کا جز ہیں اس لئے ان پر ایک ساتھ بحث کی جا سکتی ہے۔ اس لئے سائنس کا مورخ دوروں کی قدیم تقسیم ہی کو بہتر سمجھتا ہے۔ گو سیاسیات، ادب یا فنون کے مورخ کے لئے یہ دور واضح اور منفصل ہوں۔ مذہب، معاشرتی اور سیاسی حالات میں اہل یورپ اپنے کو اب بھی ازمنۂ وسطیٰ ہی میں سمجھتے رہیں۔ لیکن سائنس میں وہ دور قدیم سے قریب تر رہیں۔

ازمنۂ وسطیٰ کا علمی ماحول یورپ میں عیسائیت داخل ہو چکی تھی۔ لاطینی علمی اور مذہبی زبان بن چکی تھی۔ فکر میں تقلید تھی۔ خیالات مبہم تھے۔ سائنس پر لکھنے والے زیادہ تر شارح اور مفسر کی حیثیت رکھتے تھے۔ اُن کے ذہن میں یہ خیال تک بھی نہ گزرتا تھا کہ قدیم محققین کے بیانات کو تجربہ کی کسوٹی پر پرکھا جائے۔ اس زمانے کے علوم کے ماخذ زیادہ تر لاطینی تھے۔ روما والے اس میدان کے مرد نہ تھے لیکن ان کی تحریروں میں یونانی مصنفین کا تذکرہ جا بجا آتا تھا۔ اس لئے یہ تمنا پیدا ہوئی کہ یونانیوں کا راست مطالعہ کیا جائے۔ یونانی کتابوں کے عربی ترجموں نے یہ تمنا کسی حد تک پوری کی۔ ارسطو کی تعلیمات بہت پھیل گئیں۔ ارسطو کی حکومت علمی دنیا میں صدیوں قائم رہی۔ اس زمانے میں یہ عالم تھا کہ ارسطو کے خلاف کہنے سننے کی مجال کسی کو نہ تھی۔ چناں چہ پطرس راموس[1] (۱۵۱۵-۱۵۷۲) کو پیرس میں یہ حکم دیا گیا کہ تحریر و تقریر میں ارسطو کی مخالفت نہ کرے ورنہ سخت سزا دی جائے گی۔

طبیعات میں ارسطو کا ڈنکا گیلیلیو کے زمانے تک بجتا رہا۔ ارسطو زمانۂ قدیم کا نہایت دقیقہ رس صاحب فکر گزرا ہے۔ چاہیئے تو یہ تھا کہ اس کی تصنیفات اور تالیفات سے تحقیق میں زور پیدا کیا جاتا، جیسا کہ گیلیلیو نے پیدا کیا، لیکن اس دور وسطیٰ کی یہ ایک خصوصیت ہے کہ ان تصنیفات سے کام سائنس کی ترقی میں رکاوٹ پیدا کرنے کا لیا گیا۔ اس میں ارسطو کا کوئی قصور نہیں۔

---

[1] Petrus Ramus

قطب نما اور بارود اس زمانے کے یورپ کے ہاتھوں میں دو ایجادیں ایسی آگئیں جنھوں نے تمدن کی ترقی پر بہت گہرا اثر ڈالا۔ ان ایجادوں سے ہماری مراد قطب نما اور بارود کی ایجاد ہو۔ ان کی ابتدا کا پتہ نہیں۔

چودھویں صدی کے اوائل میں قطب نما کی ایجاد بہت بیش بہا ثابت ہوئی کہا جاتا ہو کہ چینی اس سے واقف تھے۔ اُن سے عربوں نے حاصل کیا۔ تفاصیل کا ذکر ہم اس سے پیشتر یونانی اور عربی دوروں میں کر چکے ہیں۔ قطب نما جو خشکی پہ استعمال ہوتا ہو وہ سادہ تر ہوتا ہو اور جو سمندر میں استعمال ہوتا ہو یعنی بحری قطب نما وہ ذرا پیچیدہ ہوتا ہو۔ قطب نما کے تاریخی ارتقا کا بیان خالی از دل چسپی نہ ہوگا۔

چینی افسانوں میں ایسی گاڑیوں کا ذکر ملتا ہو جو جنوب کی طرف رخ رکھتی ہیں۔ اس سے بعضوں نے یہ نتیجہ نکالا کہ برّی قطب نما بہت قدیم زمانے میں بھی مستعمل تھا۔ لیکن گیارہویں صدی سے پیشتر کوئی قطعی شہادت نہیں ملتی۔ چینی ریاضی داں اور آلہ ساز شِن کوامتوفی ۱۰۹۳ء کی تحریروں میں سب سے پہلے مقناطیسی سوئی کا صاف صاف ذکر ملتا ہو۔ اس زمانے کے ایک چینی مصنّف نے لکھا ہو کہ "پیشین گوئی کرنے والے ایک سوئی کو مقناطیسی پتھر سے رگڑتے ہیں تاکہ وہ جنوب بتلاسکے۔ لیکن وہ ذرا مشرق کی طرف ہٹ جاتی ہو۔ صحیح جنوب کو نہیں بتاتی"۔ اس سے پتہ چلتا ہو کہ مقناطیسی انحراف[1] کا بھی علم تھا۔

جہازرانی میں مقناطیسی سوئی کے استعمال کا ذکر ۱۱۰۰ء کے بعد ملتا ہو۔[2]

---

[1] Declination　[2] Mariner's Compass

وہ بھی ایک چینی مصنف کے یہاں۔ وہ اس کا استعمال ۱۰۸۶ء اور ۱۰۹۹ء کے درمیان بتاتا ہے۔ لطف یہ ہے کہ اس کو چینی نہیں استعمال کرتے تھے بلکہ غیر ملکی ملاح یعنی مسلمان اس کو کام میں لاتے تھے، جو کینٹن (واقع چین) اور سماترا (جزائر شرق الہند) کے درمیان جہازرانی کرتے تھے۔

یورپ میں بحری قطب نما کا ذکر سب سے پہلے بارھویں صدی میں الکزینڈر نیکم[1] کے یہاں ملتا ہے جو انگلستان میں سینٹ البنس کا رہنے والا تھا۔ ایک فرانسیسی نظم میں بھی اس کا تذکرہ ملتا ہے کہ ایک بھدا سا بھورا پتھر ہے جو جہازرانوں کو کبھی دھوکا نہیں دیتا۔ ۱۲۱۸ء میں فلسطین کے ایک قسیس[2] نے لکھا کہ جو لوگ بحری سفر کا ارادہ رکھتے ہیں اُن کے لئے مقناطیسی سوئی بہت ضروری ہے۔

قدیم زمانے میں بحری قطب نما کا عمل بہت کچھ ابتدائی طریقے پر ہوتا تھا۔ چناں چہ ۱۲۸۲ء کی ایک عربی تصنیف میں اس کا طریقہ یوں بیان کیا گیا ہے کہ مقناطیسی سوئی کو کسی نرسل یا چوبی کھپچ پر رکھ کر پانی میں تیرایا جاتا ہے۔ جب سوئی ساکن ہو جاتی ہے تو شمال جنوب کی سمت بتلاتی ہے۔ اطالویوں میں بھی اسی قسم کا قطب نما رائج تھا۔

مقناطیسیت اور قطب نما کی ساخت میں جو ترقی ہوئی اس کا اندازہ اس خط سے ہو سکتا ہے جو فرانس کے پیٹری گرینوس[3] نامی ایک شخص نے ۱۲ اگست ۱۲۶۹ء کو لکھا تھا۔ اس کا اصلی نام ماسٹر پیتر دی ماری کورتھا۔ یہ خط ۱۵۵۸ء میں شائع ہوا۔ راجر بیکن اس شخص کا بہت مداح تھا۔ اس خط سے پتہ چلتا ہے کہ وہ مقناطیسی قطبیت سے واقف تھا۔ چناں چہ وہ لکھتا ہے کہ

---

[1] Alexander Neckam [2] Bishop
[3] Peregrinus [4] Master Peter de Maricourt

ایک مقناطیس کے دو حصے کر دئے جائیں تو ہر حصے میں دو قطب موجود ہوں گے مقناطیس کا کلیہ بھی وہ بیان کرتا ہے کہ دو قطب غیر مشابہ ہوں تو وہ ایک دوسرے کو جذب کرتے ہیں۔ وہ یہ بھی بتلاتا ہے کہ ایک قوی تر مقناطیس کمزور تر مقناطیس کے قطبوں کو بدل دیتا ہے۔

پیری گری نیوس نے جو قطب نما تیار کیا اس میں سوئی کو ایک چول پر قائم کیا اور اس کے ساتھ ایک درجہ دار پیمانہ لگا دیا۔ اس نے مقناطیسی جذب کے اصول پر ہمیشہ چلنے والی یعنی دوامی مشین بھی بنائی تھی۔ لیکن ہوشیاری یہ کرتا تھا کہ کامیابی یا ناکامی کا بار بنانے والوں پر ڈال دیتا تھا۔ وہ خود سپاہی تھا اور اس کے پاس پیچیدہ مشینوں کے بنانے کے لئے آلات نہیں تھے۔ چناں چہ اس نے خط جو لکھا ہے تو اس وقت وہ میدان جنگ میں تھا۔ آنژد[1] کے شارل نے جنوبی اطالیہ کے ایک مقام لوقرا کا محاصرہ کر رکھا تھا۔ اسی محاصرے میں خندقوں کے اندر خط لکھا گیا۔

اطالیہ کے شہر نیپلس کے ساحل کے ساہو کاسے میں ایک برنجی مجسمہ ہے جو فلاویو گیوجا[2] کی طرف منسوب ہے۔ اس شخص کی نسبت کہا جاتا ہے کہ اس نے ۱۳۰۲ء میں قطب نما ایجاد کیا۔ یہ شخص جنوبی اطالیہ کے شہر آملفی[3] کا رہنے والا تھا۔ اس کے زمانے سے پہلے یورپ میں قطب نما کا رواج ہو گیا تھا۔ لیکن اس نے غالبًا اس میں اصلاحیں کیں اس لئے اس کی ایجاد اس کی طرف منسوب کر دی گئی۔

آج کل جو بحری قطب نما استعمال کیا جاتا ہے اس میں مقناطیس کو اس طرح آویزاں کرتے ہیں کہ جہاز کی حرکت کسی طرح پر کیوں نہ ہو مقناطیسی سوئی ہمیشہ

---

[1] Charles of Anjou [2] Flavio Gioja

[3] Amalfi

افقی وضع میں رہتی ہے اس کے علاوہ اس کی ساخت اور اس کے استعمال میں اتنی اصلاحیں ہو چکی ہیں کہ آج کل کے قطب نما کو ابتدائی قطب نما سے کوئی مناسبت باقی نہیں رہی۔

دوسری ایجاد بارود کی ہے۔ اس کے اصل موجد کا پتہ نہیں۔ کہا جاتا ہے کہ راجر بیکن (۱۲۱۴ء ۱۲۹۴ء) نے اس کو ایجاد کیا۔ یہ صحیح نہیں ہے غالباً اس نے کوئلہ شورہ اور گندھک سے اسے تیار کیا۔ یہ نسخہ اس کو الکیمیا کی کسی عربی کتاب سے ملا۔ بعض لوگ کہتے ہیں کہ اس کتاب کا مصنف "مارکوس گریکوس"[1] نامی کوئی شخص تھا۔ لیکن یہ شخص فرضی معلوم ہوتا ہے۔ بارھویں صدی میں اس سے یورپ میں چٹانوں وغیرہ کو بھک سے اڑانے کا کام لیا جاتا تھا۔ چودھویں صدی سے قبل آتشیں اسلحہ کی تیاری کا پتہ نہیں چلتا۔

ماسکونیات

دسویں صدی کے ایک مخطوطہ میں اصول ارشمیدس کا ذکر ملتا ہے۔ اس کی مدد سے تاج والے مسئلے کو حل کیا گیا ہے، جس کا بیان ارشمیدس کے حالات میں کیا جا چکا ہے۔ تیرھویں صدی کی ایک کتاب میں اصول ارشمیدس سے بے ڈول جسموں کے حجم نکالنے کا طریقہ بیان کیا گیا ہے۔ اس کتاب میں سب سے پہلے "نوعی وزن"[2] کی اصطلاح ملتی ہے۔ اسی کو آج کل کثافت اضافی[3] کہتے ہیں۔

ریاضی دانوں میں اصول ارشمیدس اور تاج والا مسئلہ دونوں بہت مقبول رہے۔ لیکن اہل فلسفہ نے اس کی طرف زیادہ توجہ نہیں کی۔ چناں چہ کیکرمین[4] ارسطو کا ایک نامور پیرو تھا۔ اس نے ۱۶۱۴ء میں اس قسم کے خیالات

---

[1] Marcus Græcus [2] Specific Gravity
[3] Relative Density [4] Keckerman

پھیلائے "صد جاذبہ یا وزن ایک حرکی صفت ہو جو برودت، کثافت اور ضخامت سے پیدا ہوتی ہو۔ اسی سے عناصر نیچے کی طرف جاتے ہیں۔ پانی پست تر درمیانی عنصر ہو۔ جو سرد اور تر ہو ۔ فلسفیوں کی تعلیم یہ تھی کہ پانی چوں کہ اپنے حیز میں ہو اس لئے اس کی کوئی کثافت نہیں۔ اور کسی پمپ میں پانی اس لئے چڑھتا ہو کہ فطرت کو خلا سے نفرت ہو۔

دباؤ کے متعلق ان غلط خیالوں کو اس قدر فروغ حاصل تھا کہ آگے چل کر جب بائل نے سیالات کے متعلق اپنی تحقیقات پیش کیں تو مروجہ خیالات کے خلاف ہونے کی وجہ سے اس کو "ماسکوئی تضاد" کی اصطلاح میں پناہ لینا پڑی۔

نور تیرھویں صدی میں یورپ میں عربوں کے علم مناظر کا چرچا تھا چنانچہ کارنتھ کے صدر پادری نے ۱۲۷۰ء میں شلجمی آئینوں پر ابن الہیثم کی کتاب کا لاطینی میں ترجمہ کیا۔ ۱۲۷۰ء میں پادری کے ایک راہب دوست ڈیٹلیو[۱] نے ابن الہیثم کی کتاب کی بنیاد پر ایک کتاب مناظر پر لکھی۔ جناں چہ اس نے ستاروں کی چشمک زنی کا سبب ہوا کی حرکت کو بتلایا۔ اور یہ بھی بتلایا کہ اگر حرکت کرتے پانی میں سے ستارے دیکھے جائیں تو چشمک زنی اور بڑھ جاتی ہو۔ قوس قزح کے متعلق اس نے ارسطو کے خلاف یہ بتلایا کہ نہ صرف انعکاس بلکہ انعکاس اور انعطاف دونوں کے اثر سے قوس قزح بنتی ہو۔

راجر بیکن:۔ عربی ماخذوں پر جن لوگوں کا دار مدار تھا اُن میں سب سے زیادہ ممتاز راجر بیکن تھا۔

یہ شخص سومرسٹ شائر واقع انگلستان میں ۱۲۱۴ء میں پیدا ہوا۔ آکسفورڈ میں تعلیم پانے کے بعد وہ پیرس چلا گیا۔ وہاں اس نے متعدد زبانیں

---

[۱] Vitellio

سیکھیں تاکہ وہ اصل یونانی نیز شامی اور عربی ترجموں کو سمجھ سکے۔ ۱۲۵۰ء میں وہ آکسفورڈ واپس آگیا۔ وہاں اس نے طبیعیات اور کیمیا پر اپنے تجربے شروع کر دئے۔ اس بنا پر اس پر جادو اور سفلیات کی تہمت لگائی گئی۔ چوں کہ وہ راہب تھا اور اس کے سلسلے کا صدر مقام پیرس تھا اس لئے اُسے پیرس بلایا گیا تاکہ سلسلے کے صدر کی راست نگرانی میں رہے۔ لیکن پاپائے وقت کلیمنٹ[1] چہارم نے اس کی ہمت افزائی کی اور مشورہ دیا کہ نتائج کو لکھ لیا جائے۔ چناں چہ بیکن نے ان کو قلم بند کر لیا۔ ۱۲۶۸ء میں وہ پھر آکسفورڈ واپس آیا۔ لیکن اب بھی وہ تعذیب[2] سے بچ نہ سکا۔ اس کے خیالات کی بنا پر اُسے قید کر دیا گیا۔ اور وہ بھی ۱۴ برس کے لئے۔ ۱۲۹۴ء میں اس نے انتقال کیا۔

علم حاصل کرنے کے دو ہی طریقے ہیں۔ ایک تو یہ کہ دوسروں نے جو کام کیا ہے اس کا مطالعہ کیا جائے دوسرے یہ کہ خود وہ کام کیا جائے یعنی فطرت کا بغور مطالعہ کیا جائے۔ فطرت اپنے رازوں کے افشا کرنے میں بخل سے کام لیتی ہے اور صرف ان ہی لوگوں پر اس کے راز فاش ہوتے ہیں جو مسلسل اس کا مطالعہ اور اس سے سوال کرتے رہتے ہیں۔

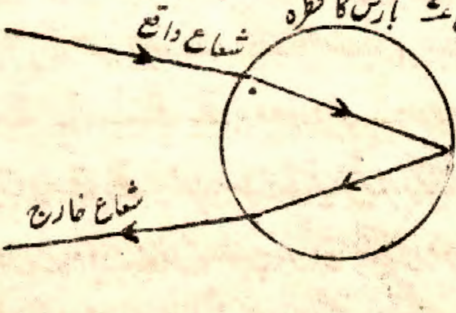
تیرھویں صدی میں لوگ اگلوں کی ہر بات کو بلا چون و چرا تسلیم کرنے میں تامل کرنے لگے تھے۔ وہ ہر دعوے اور ہر بیان کو تجربہ کی کسوٹی میں کسنا چاہتے تھے۔ ان سب میں پیش پیش راجر بیکن تھا۔ چناں چہ سائنس کے مطالعہ میں وہ اس پر خاص طور پر زور دیتا تھا کہ ہر دعوے کی تصدیق تجربہ سے کی جائے۔ اس کا اصول عمل یہی تھا کہ محض سند پر کسی بات کو قبول نہ کیا جائے۔ بیکن نے ہیئت پر بھی لکھا اور تقویم یا جنتری میں بھی اصلاح کی کوشش کی۔

---

[2] Inquisition [1] Clement

لیکن سب سے زیادہ اس نے مناظر پر کام کیا۔ دوربین کی ایجاد اس کی طرف منسوب کی جاتی ہے لیکن یہ صحیح نہیں۔ اس میں شک نہیں کہ اُسے علم تھا کہ عدسوں کو مختلف وضعوں میں رکھنے سے اشیاء بڑی ہو کر دکھلائی دیتی ہیں لیکن اس قسم کا آلہ نہ کوئی اس نے تیار کیا اور نہ تیار کرنے کی کوشش کی۔ اس سلسلے میں اس کا بہترین کارنامہ قوس قزح کی توجیہ ہے۔ وہ کہتا ہے کہ آسمان پر رنگین قوس کا نظر آنا کوئی خلاف عادت واقعہ نہیں ہے کیوں کہ یہی کیفیت صبح کے وقت گھاس پر شبنم میں بھی نظر آتی ہے اور پانی کی دھار پر روشنی پڑے تو وہاں بھی یہی کیفیت دکھائی دیتی ہے۔ جو رنگ دکھائی دیتے ہیں وہ حقیقی نہیں ہوتے بلکہ بارش کے قطروں سے روشنی کی مختلف شعاعوں کے انعکاس اور انعطاف سے یہ رنگ نمودار ہوتے ہیں۔ چناں چہ یہ شعاعیں جب قطرے میں داخل ہوتی ہیں تو خمیدہ یا منعطف ہو جاتی ہیں۔ پھر قطرے کی اندرونی مقعر سطح سے وہ منعکس ہوتی ہیں اور پھر جب قطرے سے باہر نکلتی ہیں تو منعطف ہو جاتی ہیں۔ شکل عے میں یہ کیفیت ایک شعاع کے لئے دکھلائی گئی ہے۔

شکل عے بارش کا قطرہ



اسی لئے اگر سو آدمی ایک قطار میں سورج کی طرف پیٹھ کر کے کھڑے ہو جائیں تو ہر آدمی کو مختلف قوس نظر آئے گی، کیوں کہ ہر ایک کی نظر پانی کے مختلف قطرے پر ہو گی۔ آسمان پر قوس قزح سے نیچے اور اوپر کی خالی فضاؤں میں بھی شعاعیں اگرچہ منعکس ہوں گی تاہم وہ آنکھ تک

نہ پہنچیں گی کیوں کہ آنکھ اُن کے راستہ پر نہیں ہے۔

بیکن اہل کلیسا اور مدعیان علم پر تنقید سخت کرتا تھا اس لئے اُن کی نظروں میں وہ ہمیشہ کھٹکتا رہا۔ یہی وجہ ہے کہ بیکن کے خیالات سے کوئی فوری نتیجہ برآمد نہیں ہوا، وہ اپنے زمانے سے بہت آگے تھا۔

چھاپے کی ایجاد پندرھویں صدی کے وسط میں ایک ایجاد ایسی ہوئی جس کو ہم سائنسی انکشاف تو نہیں کہہ سکتے لیکن اس ایجاد نے سائنس اور دیگر علوم پر بہت گہرا اثر ڈالا۔ ہماری مراد چھاپے کی ایجاد سے ہے۔ سابق میں تصویروں اور تحریروں کو لکڑی کے کنڈوں پر کندہ کیا جاتا تھا۔ اس سے خطوط اور حروف ابھر آتے تھے۔ پھر ان اُبھرے حروف پر روشنائی پھیر دی جاتی تھی اور کاغذ پر اُسے دبایا جاتا تھا۔ اس سے کاغذ پر چربہ اتر آتا تھا، پھر جتنی نقلوں کی ضرورت ہوتی تھی وہ حاصل کرلی جاتی تھیں۔ لیکن یہ طریقہ محنت طلب اور دیر طلب تھا۔ اس لئے یوٹّنا گوٹنبرگ کو خیال پیدا ہوا کہ اگر حروف الگ الگ اور دھات کے بنائے جائیں تو وہی حروف بار بار استعمال کئے جاسکیں گے اس خیال نے انقلاب پیدا کردیا۔ سابق میں کتابوں کی قیمت بہت زیادہ پڑتی تھی اس لئے اُن کا خریدنا ہر شخص کے بس کی بات نہ تھی لیکن چھاپے کی اس ایجاد نے کتابوں کو سستا کردیا۔ اس لئے پڑھنے والوں کا حلقہ وسیع تر ہوگیا۔ اس سے ادبی اور سائنسی دنیا کے کارناموں کی اشاعت سہل تر اور وسیع تر ہوگئی۔ کتابوں کی طباعت یورپ کے ملکوں میں ایک باقاعدہ صنعت بن گئی۔ پھر سائنس کی مدد نے اس صنعت کو کہیں سے کہیں پہنچا دیا۔

Johann Gutenberg a1

ساتواں باب

طبیعیات دورِ احیا میں

دورِ احیا تیرھویں صدی کے بعد مغربی یورپ کے ذہنی نشو و نما میں ایک وقفہ پیدا ہوگیا۔ جنگ[1] صد سالہ اور مرگ[2] سیاہ نے معاشی اور معاشرتی ابتری ایسی پیدا کر دی تھی کہ مطالعہ کے لئے جس اطمینان و سکون کی

---

[1] جنگ صد سالہ انگلستان اور فرانس کے درمیان برپا رہی۔ وہ ۱۳۳۸ء میں شروع ہوئی۔ اس وقت انگلستان کے تخت پر ایڈورڈ سوئم متمکن تھا۔ وہ تخت فرانس کا دعویدار تھا۔ انگریزوں نے دو مقامات پر فتح حاصل کی ۱۳۶۰ء میں صلح ہوئی جس کی رو سے ایڈورڈ کو فرانس کا بہت سا حصہ مل گیا لیکن فرانس کا تخت حاصل نہ ہوا۔ اس لئے ۱۳۶۹ء میں جنگ پھر شروع ہوئی اور درمیان میں عارضی صلحوں کے بعد بالآخر ۱۳۹۶ء میں ختم ہوئی۔ صلحنامہ کی رو سے انگریزوں کو بہت کچھ واپس کر دینا پڑا۔ ۱۴۰۲ء میں جنگ پھر شروع ہوئی۔ ۱۴۱۵ء میں انگلستان کے ہنری پنجم نے تخت فرانس کے دعوے کی بنا پر لڑائی زور شور سے جاری رکھی۔ اس کو فتوحات حاصل ہوئیں تو ۱۴۲۰ء تک جو صلح نامہ ہوا اُس کی رو سے ہنری کو فرانس کا آئندہ بادشاہ تسلیم کیا گیا۔ لیکن فرانسیسی قوم نے اس کو تسلیم نہ کیا اس لئے لڑائی ۱۴۲۹ء تک جاری رہی۔ اس وقت جون آف آرک ایک دوشیزہ ظاہر ہوئی جس نے پانسہ پلٹ دیا۔ انگریزوں کو ہزیمت ہونے لگی۔ بالآخر ۱۴۵۳ء میں یہ قضیہ ختم ہوا۔

[2] مرگ سیاہ اس طاعون کا نام ہے جو چودھویں صدی میں پھیلا۔ اس کو سیاہ اس وجہ سے کہتے تھے کہ جہاں خون جمع ہوتا تھا وہاں جلد کو سیاہ کر دیتا تھا۔ موت چند گھنٹوں کے اندر واقع ہو جاتی تھی یورپ میں یہ وبا ۱۳۴۸ء میں پھیلی۔ انگلستان بھی اس کی زد میں آیا۔ انگلستان میں اموات کی تعداد کا اندازہ پانچ لاکھ کیا گیا ہے۔

ضرورت تھی، وہ مفقود ہو گیا اور ایسا معلوم ہوتا تھا کہ وہ ذہنی سرگرمی، جس نے سابق میں علم و حکمت کو انتہا تک پہنچایا تھا، اب ختم ہو گئی ہے۔

بایں ہمہ ذہن انسانی میں ایک مسلسل تغیر کار فرما تھا۔ اس دور عبوری میں فکر و خیال کے جتنے بھی چشمے تھے سب مل کر ایک جگہ جمع ہوئے تو احیاء[۱] کا ایک بڑا سیلاب آ گیا۔ یہی سیلاب ہے جس نے جدید یورپ کو پیدا کیا۔ جس پیچ در پیچ تحریک کو "احیاء" کہا گیا اس کے متعلق یہ بتلانا مشکل ہے کہ وہ دراصل تھی کیا۔ گو اس میں شک نہیں کہ اہل سائنس، اہل ادب، اہلِ فنون لطیفہ اور اہل مذہب سب کے لئے وہ جالب توجہ تھی۔ احیاء کا مطلب دوبارہ زندہ کرنا ہے اور اس میں شک نہیں کہ قدیم علوم اور فنون نے دوبارہ جنم لیا۔ لیکن صرف اتنا ہی نہیں ہوا بلکہ اس سے بھی زیادہ یہ ہوا کہ آزادی اور حریت کا نیا مفہوم پیدا ہوا۔ یعنی سائنس میں عقل اور مذہب میں ضمیر کو آزادی ملی۔

احیاء کی روح کا مظاہرہ سب سے پہلے اطالیہ میں ہوا جو اپنی سابقہ بربادی دنیا ہی کے دور سے نکل رہا تھا۔ اس کا سبب تیرھویں صدی کے ایک راہب سالمبین پرما[۲] دی کے نزدیک یہ ہے کہ دوسرے ملکوں کے برخلاف اطالیہ میں طبقہ امرا شہروں میں رہتا تھا۔ انھیں میں علوم و فنون کا چرچا تھا۔ اسی ماحول نے "احیاء" کو جنم دیا۔ اس احیاء کی بڑی خصوصیت یہی تھی کہ تحقیق کی روح لوگوں میں پیدا ہو گئی، جس نے سائنس کو ممکن کر دیا۔

الغرض یہ تحریک بڑی زبردست ثابت ہوئی۔ ایک طرف کلاسیکی[۳] علوم کا احیا ہوا۔ دوسری طرف مائکل انجیلو[۴]، رافیل[۵] اور داونچی[۶] جیسے استادان فنون لطیفہ

Salimbene of Parma ۲ Renaissance ۱

Da Vinci ۶ Raphael ۵ Michael Angelo ۴ Classical ۳

پیدا ہوئے۔ ساتھ ہی ہم کو اہل کلیسا کے خلاف ایک زبردست جدوجہد "اصلاح" کے نام سے نظر آتی ہے۔ پھر ہم دیکھتے ہیں کہ گوشہ نشین ریاضی داں اب جبر و مقابلہ اور علم مثلث میں نیا رنگ بھر رہا ہے۔ فلکی ستاروں پر نظر ڈالتا ہے۔ اور کائنات کا ایک نیا نظام بنا ڈالتا ہے۔ ماہرین طبیعیات بھی کلامی قیاس آرائی کو چھوڑ کر تجربہ کی بنیاد پر فطرت کے مطالعہ میں منہمک نظر آتے ہیں۔

نظام کوپرنیکس

اس دور میں سائنس کی سب سے بڑی فتح یہ شمار کی جاتی ہے کہ بطلیموسی نظام کو چھوڑ کر کوپرنیکی نظام اختیار کیا گیا۔ اگرچہ اس کا تعلق زیادہ تر ہیئت یا فلکیات سے ہے تاہم سائنس اور طبیعیات کے طریقہ عمل کی توضیح ہوتی ہے اس لئے اس کو ہم یہاں مختصراً بیان کرتے ہیں۔

فیثا غورث زمین اور اجرام فلکی کو کروی یعنی گول مانتا تھا۔ اس کے بعد بھی یونانی اسی خیال پر قائم رہے۔ ارسطو نے اس کی تائید میں یہ دلیل پیش کی کہ چاند کے ناقص گہن میں جب زمین کا سایہ چاند پر پڑتا ہے تو وہ گول ہوتا ہے۔ ہپارکوس اور بطلیموس نے کرویت کو تسلیم کر لیا۔ لیکن ازمنہ وسطیٰ کے وسط میں قریب ۶۰۰ء کے عبرانی خیالات نے عیسائی دنیا میں بھی یہ عقیدہ پھیلا دیا کہ زمین چپٹی ہے۔

یونانی فلکی بھی تعلیم دیتے تھے کہ زمین گول ہے۔ نہ صرف یہ بلکہ ہرقلیدس[۵۱] اور ارسطارکوس[۵۲] نے تو ایسے خیالات کا اظہار کیا جو نظام شمسی کے متعلق عصری خیالات سے ملتے جلتے ہیں۔ ارسطاکوس نے گویا کوپرنیکس کے نقش اول کا کام دیا۔ اسی وجہ سے اس کو قدیم زمانے کا کوپرنیکس کہتے ہیں۔ اس نے شمس مرکزی[۵۳]

---

۵۱ Heraclides ۵۲ Aristarchus

۵۳ Heliocentric

دعویٰ پیش کیا۔ ارشمیدس نے اس کو اس طرح بیان کیا ہے۔ "اس کا دعویٰ یہ ہے کہ ثوابت اور سورج غیر متحرک ہیں، زمین ایک دائرے کے محیط میں سورج کے گرد گردش کرتی ہے، اور سورج اس مدار کے وسط میں واقع ہے" بقول پلوٹارک، ارسطاکوس یہ بھی تعلیم دیتا تھا کہ زمین اپنے محور پر بھی گردش کرتی ہے۔ اس سے ایک صدی بعد ہپارکوس[ع۱] نے شمس مرکزی نظریہ کو ترک کر دیا، کیوں کہ اس کے نزدیک اس نظریہ سے سیاروں کی رجعت کی توجیہ نہ ہو سکتی تھی۔ اگرچہ ہپارکوس نے زمین کی کرویت کو قائم رکھا لیکن شمس مرکزی نظریہ سے وہ زمین[ع۲] مرکزی نظریہ پر آ گیا۔

اس قدیم نظام کو بطلیموس نے مکمل کیا۔ اسی واسطے یہ بطلیموسی نظام کہلاتا ہے۔ اس نظام میں زمین کو ساکن اور کائنات کا مرکز مانا جاتا ہے۔ اس کے گرد سیارے بڑھتے ہوئے مداروں میں گردش کرتے ہیں۔ وہ علی الترتیب قمر[ع۳]، عطارد[ع۴]، زہرہ[ع۵]، شمس[ع۶]، مریخ[ع۷]، مشتری[ع۸] اور زحل[ع۹] ہیں۔ اس کے بعد آٹھواں مدار یا فلک ثوابت کا ہے۔

تصویر عہ



اس زمین مرکزی نظریہ کے مخالف بھی ہمیشہ رہے ہیں لیکن اس پر سب سے زبردست حملہ نکولائس[ع۱۰] کوپرنیکس نے کیا۔ یہ شخص غالباً پولستانی نسل سے ہے۔ پولستانی سرحد کے قریب پروشیا[ع۱۱] میں بمقام تھارن[ع۱۲]

Moon ع۳ Geocentric ع۲ Hipparchus ع۱
Jupiter ع۸ Mars ع۷ Sun ع۶ Venus ع۵ Mercury ع۴
Prussia ع۱۱ Nicholaus Copernicus ع۱۰ Saturn ع۹
Thorn ع۱۲

۱۹ر فروری ۱۴۷۳ء کو پیدا ہوا۔ کراکو[1] میں اس نے ریاضی کی تعلیم حاصل کی۔ مذہبی قانون اور ہیئت کی تعلیم بولونا[2] میں اور طب کی تعلیم پیڈوا[3] میں ۱۵۰۷ء سے ۱۵۱۳ء تک وہ ہائلسبرگ[4] میں مقیم رہا۔ پھر وہ فراونبرگ[5] چلا گیا جہاں اس نے اپنی شہرۂ آفاق کتاب "انقلابِ فلک[6]" مکمل کی جس میں اس نے زمین اور دیگر اجرام فلکی کی صحیح حیثیت واضح کی۔ ۲۴ر مئی ۱۵۴۳ء کو اس نے انتقال کیا۔

تینتیس برس تک وہ اپنے مذہبی عہدے کے فرائض بھی انجام دیتا، مطب بھی کرتا، اور ساتھ ہی ساتھ ہیئت کا مطالعہ بھی کرتا رہا۔ وہ اسی فکر میں غلطاں و پیچاں رہتا کہ کسی طرح نظام بطلیموسی میں سادگی پیدا کرے۔ اس غرض کے لئے جملہ قدیم اور جدید معلومات اس نے فراہم کیں اور پھر رفتہ رفتہ اپنا نظام مرتب کیا۔ جب اس کی کتاب تیار ہوگئی تو وہ اس کی اشاعت میں تامل کرتا رہا۔ لیکن ۱۵۴۲ میں وہ اس کی اشاعت پر راضی ہوگیا۔ کتاب زیر طبع تھی کہ اس کا انتقال ہوگیا۔ بعد میں برونو اور گیلیلیو کو اس کی تائید کا خمیازہ بھگتنا پڑا۔

کوپرنیکس کی تعلیم یہ تھی کہ زمین گول ہے، اپنے محور پر گھومتی ہے اور سورج کے گرد بھی۔ اور اجرام فلکی کی حرکتیں یا تو دائری اور یکساں ہیں یا دائری اور یکساں حرکتوں سے مرکب ہیں۔ سب سے پہلے اس نے موسم کے تغیرات کی توجیہ کی۔ اور سیاروں کے ظاہری اہتزاز کا سبب بتلایا۔ البتہ اس کے نظام

---

[1] Cracow [2] Bologna [3] Padua

[4] Heilsberg [5] Frauenberg [6] De Orbium Caelestium revolutionibus

میں ایک بڑی خرابی یہ تھی کہ تمام فلکی حرکتوں کو وہ دائری حرکتوں سے مرکب سمجھتا تھا۔ یہ نہیں کہا جاسکتا کہ بطلیموسی نظام کے خلاف جو دلائل اس نے پیش کئے وہ قطعی تھے۔ قدیم نظریے کو پورے طور پر رد کرنے کے لئے ایک دوسرے شخص کی فطانت اور ذہانت کی ضرورت تھی یعنی کپلر کی۔

یہاں یہ بیان کرنا بے محل نہ ہوگا کہ عصری خیالات کے بموجب یہ درست نہیں کہ شمس مرکزی نظریہ کو "صحیح" اور زمین مرکزی نظریے کو "غلط" قرار دیا جائے۔ دونوں نظریے اپنی جگہ صحیح ہیں۔ لیکن نقطۂ نظر کا فرق ہے۔ ایک نظریے میں سورج کو حوالہ کا نقطہ یا مبدء مان کر نظام فلکی کی حرکتیں بیان کی گئی ہیں۔ دوسرے نظریے میں ان ہی حرکتوں کو زمین کے حوالے سے بیان کیا گیا ہے۔ صرف فرق یہ ہے کہ جدید خیال یہی ہے کہ نظام شمسی کی حرکیات کو بیان کرنے میں ہم کو دوسرے کے مقابلے میں پہلے میں زیادہ "سہولت" معلوم ہوتی ہے۔

کپلر

یوہنا کپلر[1] ایک جرمن ہیئت داں تھا جو بہ مقام ڈائل[2] ۲۷ دسمبر ۱۵۷۱ء کو پیدا ہوا۔ جامعۂ ٹوبنگن[3] میں اس کی تعلیم ہوئی۔ ۱۵۹۴ء میں وہ گراز[4] میں ریاضی اور ہیئت کا پروفیسر مقرر ہوا۔ ۱۶۰۱ء میں وہ مشہور فلکی ٹائکو براہی[5] کا جانشین پراگ[6] میں مقرر ہوا۔ بعد میں وہ لنتس[7] میں بھی رہا ۱۵ نومبر ۱۶۳۰ء کو اس نے انتقال کیا۔

کپلر ٹائکو براہی کا پراگ میں مددگار تھا۔ لیکن ٹائکو کے برخلاف کپلر میں مشاہدہ اور تجربہ کی طرف کوئی میلان نہیں تھا۔ البتہ مفکر اور ریاضی داں کی حیثیت سے اس کا پایہ بہت بلند تھا۔ اس نے کوپرنیکس کی تعلیمات کو تمام

[1] Johann Kepler　[2] Weil　[3] Tubingen　[4] Graz　[5] Tycho Brahea　[6] Prague　[7] Linz

دکمال قبول کر لیا۔ رات دن اسی فکر میں رہتا کہ سیاروں کے حقیقی راستے کا پتہ چلائے۔ شروع میں اس نے فیثا غورث کے خیالات سے مدد حاصل کرنا چاہی لیکن ٹائکو براہی نے منع کیا اور یہی مشورہ دیا کہ جو مشاہدات میں نے جمع کئے ہیں ان ہی کا بہ غور مطالعہ کرو، چناں چہ کیپلر نے سیارہ مریخ کو منتخب کیا اور کوشش کی کہ دائروں کے ملانے سے ایسا راستہ دریافت ہو جائے جو مشاہدے کے مطابق ہو۔ اس کو دائروں کی کوئی ایسی ترکیب نہ معلوم ہو سکی جو مریخ کے راستے یا مدار پر منطبق ہوتی ہو۔ ایک صورت میں البتہ مشاہدہ کردہ اور حساب کردہ قیمتوں کے درمیان فرق ۸ منٹ کا تھا۔ لیکن اُسے معلوم تھا کہ ٹائکو جیسا صحیح مشاہدہ کرنے والا ایسی خطا کا مرتکب نہیں ہو سکتا۔ پھر مریخ کے لئے اس نے بیضوی[1] مدار تجویز کیا۔ لیکن اُسے رد کر دینا پڑا۔ پھر اس نے ناقصی[2] مدار کو آزمایا۔ یہ صحیح نکلا۔ اس طرح چار برس کی لگاتار محنت اور اُنیس خیالی مداروں کو آزمانے کے بعد کیپلر نے حقیقت دریافت کر لی۔ یعنی یہ کہ مدار ناقصی ہی۔ جب ایک مرتبہ حل معلوم ہو گیا تو ہر چیز سادہ ہو گئی۔ اس نے پھر وہ کلیے[3] دریافت کئے جو اس کے نام سے موسوم ہیں جو حسب ذیل ہیں :-

پہلا کلیہ :- ہر سیارہ ایک ناقصی مدار میں حرکت کرتا ہی۔ سورج اس ناقص کے ایک ماسکہ پر ہوتا ہی۔ یہ کلیہ ۱۶۰۹ء میں شائع ہوا۔

دوسرا کلیہ :- سیارے کو سورج سے ملانے والا خط مساوی مدتوں میں مساوی رقبے طے کرتا ہی۔ یہ کلیہ بھی ۱۶۰۹ء میں شائع ہوا۔

تیسرا کلیہ :- ہر دو سیاروں کی گردشی مدتوں کے مربعے سورج سے اُن کے

---

[1] Oval [2] Ellipse [3] Laws

اوسط فاصلوں کے کعبوں کے متناسب ہوتے ہیں۔ یہ کلیہ ۱۶۱۸ء میں دریافت ہوا۔ سورج کو ساکن یا ثابت اور سیاروں کو اس کے گرد گردش کرتا مانا جائے تو یہ کلیے تمام حرکتوں کی توجیہ کر دیتے ہیں۔ ان کلیوں نے گویا نظام بطلیموسی کا تختہ اُلٹ دیا۔ اس طرح اہل کلیسا کے خلاف شدید جدوجہد کے بعد کوپرنیکی نظام کو قبول عام حاصل ہوا۔

میکانیات سولھویں صدی میں سکونیات کا احیاء اور حرکیات کی تخلیق عمل میں آئی۔

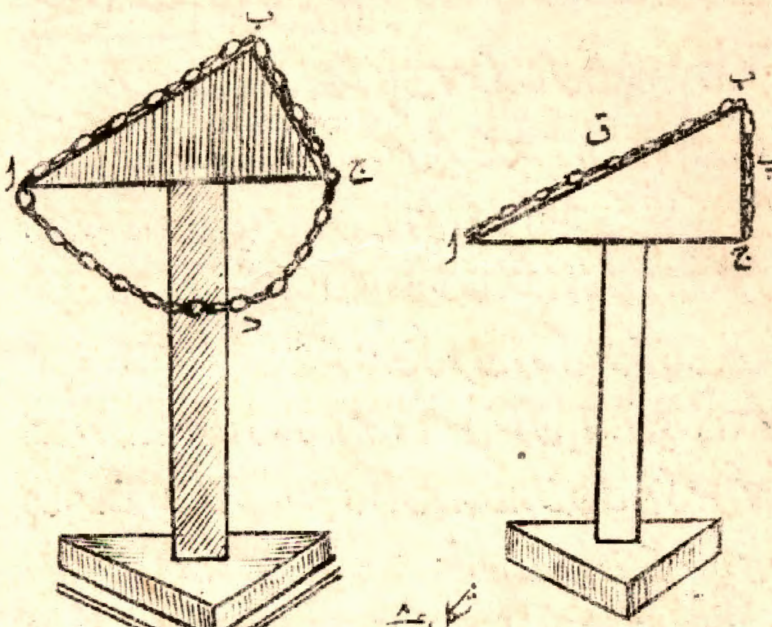
ارشمیدس کے زمانے سے سکونیات کا علم کچھ ساکن سا چلا آ رہا تھا۔ اس پر سائمن اسٹیون نے توجہ کی۔ یہ شخص بلجیم کے شہر بروژے کا باشندہ تھا۔ وہیں ۱۵۴۸ء میں پیدا ہوا۔ اس نے فوجی انجینیر کی حیثیت سے جلد ہی شہرت حاصل کر لی۔ دیگر علوم میں بھی کافی ملکہ تھا۔ تقلید کا قائل نہ تھا۔ نظر مجتہدانہ رکھتا تھا۔ اس نے سکونیات کی طرف توجہ کی۔ علم سکونیات میں ایسی قوتوں سے بحث کی جاتی ہے جن کا ماحصل سکون یا توازن ہے۔ ۱۶۰۵ء میں اس نے ایک کتاب ولندیزی زبان میں بہ مقام لیڈن شائع کی جس کا ترجمہ ۱۶۰۸ء میں لاطینی میں شائع ہوا۔ اسٹیون نے قوتوں کے متوازی الاضلاع کے اصول کو استعمال تو کیا تھا لیکن اس کو بیان نہیں کیا تھا۔ جہاں تک پتہ لگا ہے وہ اصول توازن سے بہ خوبی واقف تھا۔

اس سلسلے میں سب سے زیادہ دلچسپ مسئلہ سطح مائل کے میکانکی خواص تھے۔ یہاں ذرا ہم کسی قدر تفصیل سے کام لیں گے۔ اس نے لکڑی کا

Simon Stevin ۳ Dynamics ۲ Statics ۱

Inclined Plane ۴

ایک مثلثی منشور لیا۔ اس کا قاعدہ افقی رکھا اور مثلث کے تینوں ضلعے غیر مساوی رکھے۔ اس منشور پر اس نے آزادانہ لٹکتی ہوئی ایک بے سری زنجیر رکھی۔ ایسی زنجیر یا تو توازن میں ہوگی یا نہیں ہوگی۔ پس اگر توازن میں نہیں ہو تو زنجیر ایک مرتبہ حرکت میں آجانے کے بعد ہمیشہ حرکت کرتی رہے گی۔ یہ گویا دائمی حرکت ہوگئی۔ لیکن اس کو اسٹیون نے باطل ٹہرایا۔ پس صرف دعوئے اول یعنی توازن کا دعوا صحیح ٹہیرتا ہے لیکن جب شکل ۲۰؎ زنجیر کا لٹکتا حصہ ا د ج متشاکل[1]



شکل ۲۰؎

ہے۔ اور بداہتہً توازن میں ہے۔ اس لئے حصہ ا ب ج میں خلل ڈالے بغیر اس کو علیحدہ کیا جا سکتا ہے۔ اس لئے زنجیر کا حصہ ب ا بقیہ حصے ب ج کے

[1] Symmetrical

متوازن ہے۔ اسٹیون نے سطح مائل کے اپنے پورے نظریہ کی بنیاد اسی سادہ سے اصول پر رکھی۔

اس کے متعلق ماخ[1] کہتا ہے کہ "بلاشبہہ اسٹیون نے یہ ذہنی مفروضہ قائم کرلیا تھا کہ زنجیر حرکت نہیں کرتی۔ ہم بھی اس کے ساتھ یہ محسوس کرتے ہیں کہ ہم نے کبھی ایسی حرکت مشاہدہ نہیں کی۔ پس ایسی حرکت کا وجود نہیں ہے۔ اس یقین میں ہماری کچھ ایسی منطقی قطعیت ہے کہ سطح مائل سے متعلق توازن کا کلیہ جو اس مفروضہ سے اخذ ہوتا ہے ہم اس کو بلاکسی اعتراض کے قبول کر لیتے ہیں۔ اگرچہ دوسری شکل میں کلیہ پیش کیا جائے یا سادہ سا نتیجہ تجربہ کا بتلایا جائے تو شاید ہمیں مان لینے میں تامل ہو۔ ہم کو اس پر تعجب نہ کرنا چاہیئے۔ کیوں کہ تجربے کے نتیجے ہمیشہ اتفاقی حالات (رگڑ وغیرہ) کی وجہ سے ذرا مستور سے ہو جاتے ہیں۔ اور اسی لئے ہر وہ قیاس جو حالات موثرہ کو بیان کرنے کا مدعی ہو اپنے اندر خطا کا امکان رکھتا ہے . . . . . ."

اسٹیون سے پہلے لیونارڈو داونچی[2] (۱۴۵۲ء — ۱۵۱۹ء) نے بھی سکونیات پر کام کیا تھا لیکن اسٹیون نے اس کو مکمل کیا۔ اور سکونیات کی بنیادیں مضبوط کر دیں۔

گیلیلیو علم حرکت یا حرکیات کے وجود میں آنے کا باعث گیلیلیو گیلیلائی[3] ہے۔ یہ شخص ملک اطالیہ کے شہر فلارنس کے قریب مشہور و معروف برج مائل والے شہر پیسا میں ۱۵۶۴ء میں ۱۸ر فروری کو پیدا ہوا۔ جامعہ پیسا میں طب کی تعلیم حاصل کرنے کے لئے اسے داخل کرایا گیا۔ لیکن اس کا

---

[1] Mach
[2] Leonardo da Vinci
[3] Galileo Galelei

تصویر ۶



گلیلیو ڈی گلیلی

دل اس کام میں نہ لگتا تھا۔ اس کا میلان خاطر ریاضی کی طرف تھا۔ اگرچہ اُسے علم تھا کہ ریاضی کے پروفیسر کی تنخواہ چند شلنگ فی ہفتہ تھی اور طب کے پروفیسر کو کئی سو پونڈ سالانہ کا مشاہرہ ملتا تھا۔ لڑکپن ہی میں اُسے اپنے ہاتھوں سے کام کرنے کا ایک خاص سلیقہ حاصل تھا چناں چہ کہا جاتا ہے کہ اپنے ہاتھ سے جو کھلونے اس نے بنائے وہ اس کے بڑوں کو حیرت میں ڈال دیتے تھے۔ وہ گویا پیدائشی تجربہ ساز[1] تھا۔ اس خصوص میں متقدمین میں ارشمیدس اور متاخرین میں فیرڈے سے ہی اس کی ٹکر کے لوگ تھے۔ طالب علمی کے زمانے میں وہ اپنی طبی کتابوں کے نیچے اقلیدس اور ارشمیدس کی کتابیں چھپا کر رکھ لیا کرتا تھا۔ بہ ظاہر یہی معلوم ہوتا تھا کہ وہ طبی کتابوں کا مطالعہ کر رہا ہے۔

ابھی بیس سال کی عمر بھی نہیں ہوئی تھی اور وہ طب کی تحصیل ہی میں مصروف تھا کہ ایک روز اس نے گرجا میں عبادت کے وقت یہ دیکھا کہ گرجا کی بلند چھت سے ایک لمپ آویزاں ہے جو ہل رہا ہے۔ اس کے جھولنے کی مدت معلوم کرنے کا خیال اس کے دل میں پیدا ہوا۔ گھڑی اس کے پاس کوئی نہ تھی اس لئے اپنی نبض سے گھڑی کا کام لیا، چناں چہ اس نے اپنی نبض پہ ہاتھ رکھ لیا اور لمپ کی طرف دیکھتا رہا۔ اس سے اس نے رقاص کی ہم زمانیت[2] کا اصول دریافت کیا۔ یعنی رقاص کے اہتزاز چھوٹے ہوں یا بڑے اُن میں ایکسا ہی

1۔ Experimentalist

2۔ Pendulum isochronism

مدت صرف ہوتی ہے۔ دوسرے الفاظ میں رقاص کا وقت[1] دوران یعنی ایک اہتزاز[2] کی مدت ہمیشہ ایک ہی رہتا ہے۔ اس سے پہلے رقاص سے اطبا نبض کی رفتار معلوم کیا کرتے تھے۔

۱۵۸۹ء میں گیلیلیو کو جامعہ پیسا میں تین برس کے لئے ریاضی کا پروفیسر مقرر کیا گیا۔ اس زمانے میں اس نے چند یادگار زمانہ تجربے انجام دئے۔ طبیعیات کی کائنات اس زمانے میں یہ تھی کہ قدیم کتابوں سے چند کلئے اخذ کر لئے گئے تھے اور انھیں کو سائنس سمجھا جاتا تھا۔ ۲ ہزار برس پیشتر ارسطو نے جو باتیں بطور حقائق بیان کی تھیں اُن پر آنکھ بند کر کے یقین کیا جاتا تھا۔ کسی جامعہ کے پروفیسر کے حاشیۂ خیال میں بھی یہ بات نہ آتی تھی کہ ان کی تصدیق کرلے۔ ایسا کرتے تو ارسطو پر حرف آتا اور یہ اُن کے نزدیک گناہ کبیرہ تھا۔

لیکن گیلیلیو اس طبیعت کا آدمی نہیں تھا۔ وہ محض ارسطو کی سند پر کسی بات کو ماننے کے لئے تیار نہیں تھا۔ ارسطو کی تعلیم تھی کہ بھاری اجسام ہلکے اجسام کے مقابلے میں زیادہ تیزی سے گرتے ہیں۔ گیلیلیو کو بھی جامعہ میں یہی پڑھایا گیا تھا۔ وہ اپنے معلّموں سے پوچھتا کہ تجربہ کر کے کبھی اس کی تصدیق بھی کی ہے۔ وہ جواب دیتے کہ اس کی کیا ضرورت ہے۔ ارسطو نے ایسا ہی کہا ہے اور ارسطو غلط نہیں کہہ سکتا۔ گیلیلیو نے تجربے کئے۔ لیکن بھاری اور ہلکے اجسام ایک ساتھ گرتے دیکھے۔ کیا اس سے ارسطو پرستی کا خاتمہ ہو گیا؟ ہرگز نہیں۔ ارسطو پرستی آج بھی موجود ہے۔ کوئی بیس سال ادھر کا واقعہ ہے کہ ایک مشہور فلسفی نے لندن کے روزنامہ "ٹائمز" میں ایک مضمون لکھا تھا جس میں درج تھا کہ آئنسٹائن جو کچھ کہتا ہے غلط کہتا ہے اس لئے کہ ارسطو نے اس سے پیشتر ہمیشہ کے لئے مکان کی نوعیت کو

---

[1] Period
[2] Oscillation

قطعی طور پر معین کر دیا ہے۔[1]

پیسا کے ارسطو پرستوں پر گیلیلیو کے تجربوں کا کوئی اثر نہ ہوا۔ انھوں نے تجربہ کی صحت سے انکار کر دیا اور کہنے لگے کہ کسی نامعلوم سبب سے ایسا ہوا ہوگا ان کے نزدیک سائنسی صداقت جامد اور غیر متغیر تھی۔ ان کی سائنس، ان کا فلسفہ اور ان کی دینیات سب ملی جلی تھیں۔ اس لئے ان کو محسوس ہوا کہ گیلیلیو ان کی تحقیر کر رہا ہے۔ اس لئے اس "گستاخ نوخیز" کو اتنا بدنام کیا گیا کہ ۱۵۹۱ء میں پروفیسری سے استعفا دے کر اسے فلارنس چلا جانا پڑا۔

۱۵۹۲ء سے ۱۶۱۰ء تک وہ پیڈوا میں پروفیسر رہا۔ یہیں اس نے دوربینیں، خوردبینیں اور ہوائی تپش پیما تیار کئے۔ دوربین کی مدد سے اہم فلکی انکشافات کئے۔ وہاں سے وہ ٹسکنی کے گرانڈ ڈیوک کی دعوت پر فلارنس چلا گیا جہاں وہ فلسفہ اور ریاضی کا پروفیسر مقرر ہوا۔ اس نے کوپرنیکی نظام کی حمایت کی۔ اس سے کلیسا سے مخالفت کا سامنا ہوا۔ اور عدالت تعذیب[2] کے سامنے حاضر ہونا پڑا۔ ۱۶۱۶ء کے احکام امتناعی کے خلاف اس نے ۱۶۳۲ء میں "مکالمات" شائع کئے جس میں کوپرنیکی نظام کی بہ زور طریقے پر تائید کی گئی تھی۔ دوبارہ عدالت کے پنجے میں گرفتار ہوا، جس کی تفصیل آگے آئے گی۔ اس وقت اس کی عمر ستر سال کی تھی۔ اخیر کے پانچ سال میں وہ نابینا رہا اور باالآخر فلارنس میں ۸ جنوری ۱۶۴۲ کو انتقال کیا اور وہیں مدفون ہے۔

گیلیلیو کی تحقیقات

(۱) برج مائل پر تجربے:۔ گیلیلیو کا یہ تجربہ بہت مشہور ہے لیکن حال میں اس پر تنقید کی گئی ہے کہ

---

[1] بحوالہ "سائنس کے ۳ ہزار سال" مصنفہ کے۔ ایم۔ وسٹ اوے۔

[2] Court of Inquisition

اس کا کیا ثبوت ہے کہ گیلیلیو نے برج مائل کا تجربہ انجام دیا اور وہ بھی اہل جامعہ کے سامنے۔ یہ بھی سوال کیا گیا ہے کہ گرجا میں اُس نے آویزاں لمپ کے اہتزاز بھی گنے تھے یا نہیں۔ پھر اس کے شاگرد ویویانی نے جو اس کی سوانح عمری مرتب کی ہے وہ اعتبار کے قابل ہے؟ اس قسم کے سوالوں پر دولول نامی ایک جرمن اور انطونیو فاوارو نامی ایک اطالوی نے توجہ کی۔ اطالوی نے گیلیلیو کی تصنیفات نیشنل ایڈیشن کی ۲۰ خوب صورت جلدوں میں شائع کی ہیں۔

گیلیلیو نے پبلک کے سامنے پیسا کے برج مائل پر جو تجربے انجام دئے ان کا بیان ویویانی کی سند پر ہے، جو اپنے استاد کے آخری برسوں میں اس کے ساتھ رہا۔ اس بیان کو مشتبہ سمجھ کر دولول نے دیگر ذرائع سے اس کی تصدیق کرنا چاہی تو اُسے یہ معلوم کر کے تعجب ہوا کہ ہم عصر مصنفین میں سے، جن میں سے چند نے گرتے اجسام پر بھی لکھا ہے، کوئی بھی ان پبلک تجربوں کا ذکر نہیں کرتا۔ لیکن یہ ہم عصر گیلیلیو کی سوانح عمری نہیں لکھ رہے تھے۔ اس لئے اگر انھوں نے ان تجربوں کا ذکر نہیں کیا تو اس سے ویویانی کی تغلیط لازم نہیں آتی۔ ویویانی نے سوانح عمری لکھی ہے۔ لیکن دولول کے نزدیک یہ بھی قطعی شہادت نہیں ہے۔ اس نے ہر حرکت پر گیلیلیو کے ایک طویل مقالہ کا بہ غور مطالعہ کیا۔ یہ غالباً پیسا کی پروفیسری کے پہلے برس میں لکھا گیا۔ اس کو گیلیلیو نے کبھی شائع نہیں کیا۔ البتہ اس کی وفات کے دو سو برس بعد فاوارو نے نیشنل ایڈیشن کی پہلی جلد میں اس کو شائع کیا۔ دولول نے اس مقالہ کو خام تصور کیا جس سے معلوم ہوتا ہے کہ گیلیلیو میں ابھی وہ پختہ کاری نہیں آئی ہے جس کا دعویٰ ویویانی نے اپنے استاد

Antonio Favaro ؎ Wohlwill ؎

کے لئے کیا اور جوان تجربوں کی ذمّہ دار ہوسکتی تھی۔ ان امور کی بناء پر دولول نے نتیجہ نکالا کہ یہ تجربے کبھی انجام نہیں دئے گئے۔

برخلاف اس کے فاوارو نے گیلیلیو کے عہد کے تمام نوشتوں کا طویل زمانے تک مطالعہ کیا اور اس نتیجہ پر پہنچا کہ دیویانی پر اعتماد کیا جا سکتا ہے۔

بقول پروفیسر فلورین کیجوری (جامعہ کیلیفورنیا، امریکہ) ان دونوں کے درمیان محاکمہ یہی ہے کہ دولول نے نتیجہ اخذ کرنے میں جلد بازی سے کام لیا۔ مقالہ سے خام کاری نہیں ظاہر ہوتی بلکہ ایسے شخص کی تڑپ ظاہر ہوتی ہے جو حقیقت کی تلاش میں کسی کی پرواہ نہیں کرتا اور ارسطو کی غلطیاں آشکارا کرنے میں کسی جماعت کے سامنے بھی پیش ہونے سے گریز نہیں کرتا۔ بس ہم بھی فاوارو کے ہم نوا ہوکر دیویانی کے بیان کو صحیح سمجھتے ہیں۔

گرتے اجسام کے سلسلے میں ارسطو پر گیلیلیو نے جو تنقید کی تھی اس کی مخالفت اہل جامعہ کی طرف سے ہوئی۔ اس لئے گیلیلیو نے چاہا کہ اپنے مخالفین کو ایک عینی شہادت بہم پہنچائے۔ جوانی کا زمانہ تھا اس لئے گیلیلیو نے تجربے بھی جوش، ہمت اور بے باکی سے انجام دئے جو جوانی کا خاصہ ہے۔ دیویانی کا بیان ہے کہ متعدد پروفیسروں، فلسفیوں اور دیگر اہل علم کے سامنے برج مائل سے بار بار تجربے کرکے گیلیلیو نے ثابت کیا کہ ہوا کی مزاحمت کا لحاظ رکھا جائے تو تمام اجسام ایک ہی رفتار سے گرتے ہیں۔ آج کل کے بیانوں میں ان جسموں کا قطعی وزن بھی بیان کیا جاتا ہے جو گیلیلیو نے استعمال کئے تھے۔ ان کی بنیاد "مکالمات" کی ایک عبارت کو قرار دیا جاتا ہے جو ۴۷ برس بعد ۱۶۳۸ء میں گیلیلیو نے لکھے تھے۔ وہ عبارت یہ ہے:-

"میں نے یہ تجربے انجام دیے ہیں اس لئے میں تم کو یقین دلا سکتا ہوں

کہ ایک توپ کا گولا، جس کا وزن ایک سو یا دو سو پونڈ یا اس سے زیادہ ہو اور بندوق کی ایک گولی جس کا وزن کوئی نصف پونڈ ہو اور دونوں کو کوئی ۲۰۰ ہاتھ کی بلندی سے گرایا جائے تو گولا زمین تک گولی سے ایک بالشت بھی پہلے نہ پہنچے گا۔"

مکالمات:۔ جیساکہ اوپر بیان کیا گیا ہے ۱۶۳۸ء میں گیلیلیو نے "دو نئی سائنسوں پر مکالمات"[1] لکھے۔ اس کتاب کے متعلق ایک دلچسپ بات یہ ہے کہ اس میں سب کچھ تجرباتی معلومات ہی نہیں ہیں بلکہ اس میں استخراجی استدلال بھی بہت ہے۔ جن تجربی نتائج کا اس میں ذکر ہے وہ زیادہ تر ۱۶۰۲ء اور ۱۶۰۴ء کے درمیان انجام دادہ تجربوں سے حاصل ہوئے تھے۔

تیسرا مکالمہ "مقامی حرکت" پر ہے۔ اس کی تمہید میں وہ لکھتا ہے:۔

"ہم ایک بالکل نئی سائنس کو پیش کر رہے ہیں۔ لیکن اس کا موضوع بہت قدیم ہے۔ فطرت میں حرکت سے قدیم تر کوئی چیز نہیں ہے۔ فلاسفہ نے اس پر بہت سی کتابیں لکھی ہیں۔ اس پر بھی اس کے بعض پہلو اور اس کی بعض خاصیتیں ایسی ہیں جو ہماری توجہ کے لائق ہیں۔ ان کے متعلق اب تک نہ کسی نے مشاہدہ کیا ہے نہ کوئی عملی توضیح کی ہے۔ بعض خصوصیات علم میں آ چکی ہیں مثلاً یہ کہ ثقیل اجسام جب مرکز کی طرف گرتے ہیں تو ان کی حرکت میں تیزی پیدا ہو جاتی ہے۔ لیکن یہ ابھی تک کسی نے نہیں بتایا ہے کہ یہ تیزی یا اسراع[2] کس تناسب میں پیدا ہوتا ہے۔ جہاں تک مجھے علم ہے کسی شخص نے بھی اس کی عملی توضیح نہیں کی ہے کہ مساوی مدتوں میں ایک شے جو فاصلے طے کرتی ہے ان میں وہی تناسب ہوتا ہے جو اکائی کے بعد طاق اعداد میں ہوتا ہے۔ یہ بھی مشاہدے میں آ چکا ہے کہ مرمیات زور سے پھینکی

Acceleration[2] Discourses on two new Sciences[1]

ہوئی چیزوں) کا راستہ ایک خط ہوتا ہے جو قدرے منحنی ہوتا ہے۔ لیکن کسی نے اس کا اشارہ تک نہیں کیا ہے کہ یہ خط شلجمی[ملہ] ہوتا ہے۔ یہ اور اسی قسم کی اور باتیں، جو ہمارے علم میں آنے کے لائق ہیں، میں یہاں واضح کروں گا۔ اس کے علاوہ ایک نہایت وسیع اور نفیس سائنس کا راستہ کھولوں گا جس کی بنیاد میری ان محنتوں پر ہوگی۔ یہ ایسا سمندر ہوگا جس میں میرے بعد والے دقیقہ رس لوگ زیادہ گہرائی تک غوطہ لگا سکیں گے۔"

فضا میں جو اجسام آزادانہ گرتے تھے وہ اتنی تیزی سے حرکت کرتے تھے کہ وقت کی پیمائش مشکل تھی۔ اس لئے رفتاروں کی دریافت آسان نہ تھی۔ اس لئے گیلیلیو نے مائل سطحوں پر اجسام کی حرکت کا مطالعہ کیا۔ وقت کی پیمائش کے لئے اس نے ایک بن گھڑی استعمال کی۔ مساوی مدتیں اس نے وہ مدتیں قرار دیں جن میں پانی کے ایک کلّیے کے زیر اثر ایک سوراخ میں سے نکلنے والے پانی کی مساوی مقداریں خارج ہوں۔ سب سے پہلے اس نے یہ مفروضہ قائم کیا کہ چوں کہ سطحوں پر اتار کی رفتار اتار کے ساتھ ساتھ بڑھتی ہے اس لئے رفتار کی شرح میں اضافہ ایک سادہ سے کلّیے کے تحت ہونا چاہیئے یعنی سطح پر طے کردہ فاصلے میں مساوی اضافے ہوں تو رفتار میں بھی مساوی اضافے واقع ہوں گے۔ بالفاظ دیگر رفتار طے کردہ فاصلے کے متناسب ہے لیکن تجربوں سے اس مفروضہ کی تائید نہیں ہوئی۔ پھر ایک اور سادہ ترین مفروضہ قائم کیا کہ رفتار وقت کے ساتھ یکساں طور پر بڑھتی ہے۔ اس لئے سطح کے اتار پر جسم کا طے کردہ فاصلہ وقت کے مربع کے متناسب ہونا چاہیئے یعنی اگر ایک جسم ۱ ثانیہ میں ۱ فٹ گرے تو ۲ ثانیوں میں ۴ فٹ گرے گا اور ۳ ثانیوں میں ۹ فٹ اور اسی طرح

ملہ Parabolic

تجربے سے اس دعوے کی تائید ہوئی۔

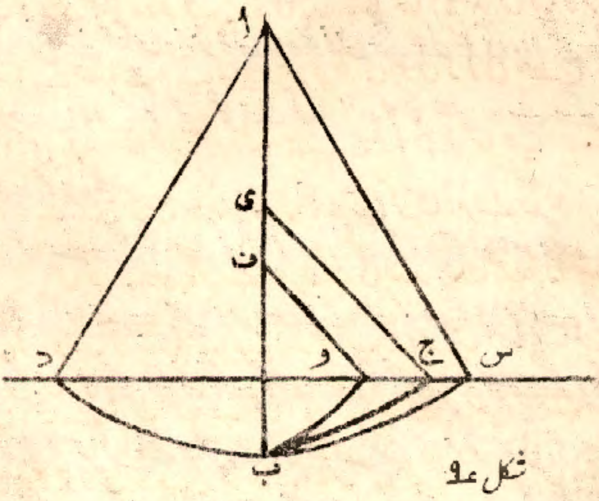
تجربہ کے لئے اس نے ۱۲ گز لمبا ایک تختہ لیا اور اس میں ایک انچ چوڑی ایک نالی خط مستقیم میں کھینچی۔ اس کے اندر چمڑے کا غذ کا استر دیا گیا۔ پیتل کی ایک گولی لی جو پورے طور پر گول اور پالش شدہ تھی۔ سطح پر اس گولی کو حرکت کرائی گئی۔ سطح کے مختلف میلانوں اور طولوں کے لئے کوئی ۱۰۰ تجربے اس نے انجام دئے اور بالآخر ثابت کیا کہ اتار کا فاصلہ مدت کے مربع کے متناسب ہوتا ہے۔

اس نے یہ بھی ثابت کیا کہ اگر دو مائل سطحیں ہوں اور ایک جسم کو ایک سطح پر اتارا جائے پھر دوسرے پر چڑھنے کا موقع دیا جائے تو وہ جسم دوسری سطح پر اتنی ہی بلندی تک پہنچ جائے گا جس بلندی سے کہ وہ پہلی سطح پر اترا تھا۔ معلوم ہوا کہ ایسے حالات میں صرف بلندی موثر ہوتی ہے۔ چناں چہ اگر کوئی جسم آزادانہ گرے تو اس میں بھی وہی رفتار آجائے گی جو کسی زاویہ پر مائل ایک سطح پر اترنے والے کسی دوسرے جسم میں پیدا ہو بشرطیکہ جن بلندیوں سے اتار شروع ہو وہ دونوں صورتوں میں ایک ہی ہوں۔ اس نتیجہ نے اس کو طبیعیات کے ایک اہم ترین کلیہ تک پہنچا دیا جس کو "کلیہ جمود"[1] کہتے ہیں۔ یہاں پر مکالمات سے خود گیلیلیو کے الفاظ نقل کرنا مناسب ہوں گے:۔

"میں اسے تسلیم کرتا ہوں کہ مختلف میلانوں کی سطحوں پر ایک جسم اترنے میں جو رفتاریں حاصل کرتا ہے وہ مساوی ہوتی ہیں اگر ان سطحوں کی بلندیاں مساوی ہوں ...... لیکن میں اس سے آگے بڑھ کر حقیقی تجربہ کرکے اس اصول کو قطعی طور پر قائم کرنا چاہتا ہوں۔ فرض کیجئے کا غذ کا یہ تختہ ایک انتصابی دیوار ہے۔

[1] Principle of Inertia

اس میں ایک کیل گڑی ہوئی ہے جس سے دو یا تین اونس وزن کے سیسے کی ایک گولی ایک باریک ڈورے ا ب سے لٹکی ہوئی ہے جو ۴ یا ۵ فٹ لمبا ہے (دیکھو شکل ۴۹) دیوار کے اوپر ایک افقی خط د س بنائیے جو انتصابی



شکل ۴۹

خط ا ب پر عمود وار ہو۔ یہ خط دیوار کے سامنے کوئی دو انچ پر ہے اب اگر ڈورا ا ب جس میں گولی لگی ہے وضع ا س (ا ب سے ایک زاویہ پر مائل) میں لے آیا جائے اور پھر اُسے چھوڑ دیا جائے تو آپ دیکھیں گے کہ گولی پہلے قوس س ب میں اُترے گی اور پھر ب سے آگے بڑھ کر قوس ب د پر چڑھے گی یعنی قریب قریب خط د س کی بلندی تک پہنچ جائے گی۔ ہوا اور ڈورے کی مزاحمت کی وجہ سے گولی ٹھیک خط د س تک نہ پہنچے گی۔ اس سے ہم یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ نقطہ ب پر قوس س ب میں اُترنے کی وجہ سے گولی میں اتنا زور پیدا ہو جاتا ہے کہ وہ دوسری طرف چڑھتی ہوئی ایسی ہی

ایک قوس طے کر سکتی ہے۔ اس تجربے کو انجام دینے اور متعدد مرتبہ دہرانے کے بعد اب دیوار پر ایک کیل مثلاً ی یا ف پر لگائیے۔ کیل کوئی ۵ یا ۶، انچ لمبی ہو تاکہ جب ڈورا اس گولی کو قوس س ب طے کرائے تو ڈورا ی پر کیل سے ٹکرائے اور پھر گولی قوس ب ج طے کرے جس کا مرکز ی ہے۔ اب دیکھئے کہ جو زور ب پر گولی میں پہنچا تھا وہ یہاں کیا کام انجام دیتا ہے۔ اب حضرات آپ کو یہ دیکھ کر خوشی ہوگی کہ گولی خط ج د کی بلندی تک پہنچتی ہے۔ اسی طرح اگر کیل ف پر ہو تو گولی قوس ب ر طے کرے گی۔ ہر صورت میں گولی ج د کی بلندی تک پہنچ کر ہی دم لے گی۔

اس تجربہ سے ہمارے مفروضے کی صداقت میں کوئی شبہ باقی نہیں رہا چوں کہ دونوں قوسین س ب اور د ب برابر ہیں اور یکساں طریقہ پر واقع ہیں اس لئے قوس س ب میں اتار کی وجہ سے جو معیارِ حرکت[۵۱] حاصل ہوتا ہے وہ وہی ہوگا جو قوس د ب پر چڑھاؤ میں حاصل ہو ...... بس بالعموم ہر وہ معیارِ حرکت جو کسی قوس میں اتار کی وجہ سے حاصل ہو اس معیارِ حرکت کے برابر ہوتا ہے جو متحرک جسم کو اسی قوس پر چڑھا دے۔ لیکن وہ تمام معیارِ حرکت جو قوسوں ب د، ب ج، ب ر پر چڑھائی کا باعث ہوتے ہیں وہ سب برابر ہیں، کیوں کہ یہ قوسیں اسی معیارِ حرکت کی وجہ سے بنتی ہیں جو قوس س ب پر اتار کے دوران میں نقطہ ب پر حاصل ہوا تھا۔ بس قوسوں د ب، ج ب، ر ب پر اتار میں بھی حرکت سب مساوی ہوتے ہیں۔"

گیلیلیو کے اس بڑے انکشاف کی وجہ سے کہ ایک جسم کو اگر خود اس پر چھوڑ دیا جائے تو وہ خطِ مستقیم میں مستقل رفتار سے حرکت کرتا رہے گا، طبیعیات میں حرکت

---

۵۱ Momentum جو کمیت اور رفتار کو ضرب دینے سے حاصل ہوتا ہے۔

کا نقطۂ نظر ہی بدل گیا۔ سابق میں ارسطو وغیرہ کی سند پر دائرے میں حرکت کو طبعی حرکت سمجھا جاتا تھا کیوں کہ وہ نہایت کامل حرکت ہے۔ بنابریں اس کی اصل کا دریافت کرنا فضول سمجھا جاتا تھا۔ اب سوال یہ پیدا ہوا کہ جسم کو خطِ مستقیم سے منحرف کرنے والی کون سی چیز ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوا کہ ایک ایسی قوت کا تصور پیدا ہوا جو سیاروں کو سورج کی طرف کھینچتی ہے۔ اس کا ذکر آئندہ کیا جائے گا۔

جیسا کہ پہلے گزر چکا گیلیلیو نے سب سے پہلے بتلایا کہ کسی مرمیٰ کا راستہ شلجمی ہوتا ہے۔ پہلے یہ سمجھا جاتا تھا کہ توپ کا گولا اول ایک خطِ مستقیم میں حرکت کرتا ہے اور پھر دفعتہً انتصابی سمت میں زمین پر گر پڑتا ہے۔ اس کی توجیہ میں گیلیلیو نے جو کچھ لکھا ہے اس سے معلوم ہوتا ہے کہ وہ رفتاروں کے متوازی الاضلاع کے اصول سے واقف تھا۔ اور یہ بھی معلوم ہوتا ہے کہ حرکت کے دوسرے کلّیے کو بھی سمجھتا تھا۔ البتہ حرکت کا تیسرا کلیہ کہ عمل اور ردِّ عمل مساوی ہوتے ہیں غالبًا اس پر پورا منکشف نہ ہوا تھا۔ اس نے چھٹے مکالمے میں اس پر بحث کی ہے۔ اس کے ذکر کی ضرورت اس وجہ سے واقع ہوئی کہ بقول کیجوری حال کی بعض سائنسی مطبوعات میں تیسرا کلیہ بھی گیلیلیو کا شاندار کارنامہ قرار دیا گیا ہے۔

واضح رہے کہ طبیعیات میں حرکت کے تین کلّیے نیوٹن کے نام سے موسوم ہیں جن کا ذکر آئندہ نیوٹن کے بیان میں مفصّل کیا جائے گا۔

اخیر میں "مکالمات" کی نسبت اتنا کہہ دینا کافی ہوگا کہ عام فہم طرزِ بیان کے اعتبار سے "مکالمات" کو ایک شاہکار سمجھنا چاہیئے۔ اس بنا پر وہ مطالعہ کے مستحق ہیں۔ گو ان میں اور بھی خوبیاں ہیں۔ ڈبلو جی ایڈمس نے

کیا خوب لکھا ہو کہ "میکانیات کی تعلیم کا صحیح طریقہ وہ ہو جس طریقہ سے گیلیلیو نے حرکیات کے ابتدائی اصول قائم کئے اور اُن کو اپنے شاگردوں کے سامنے پیش کیا۔ تجرباتی اور نظری میکانیات دونوں کو متوازن اہمیت دینی چاہیئے اس لئے طلبا کے سامنے اس کو پیش کرنے کا بہترین طریقہ یہ ہو کہ نظری درسوں کے ساتھ ایک متوازی نصاب عملی درسوں کا بھی ہونا چاہیئے"۔

نور دوربین اور خوردبین کی ایجاد :- دورِ احیاء میں علم مناظر کا سب سے بڑا کارنامہ دوربین اور خوردبین کی ایجاد ہو جن کی بدولت ہم کو بہ غایت بعید اور بہ غایت قلیل کے دیکھنے کا موقع ملا۔

کہا جاتا ہو کہ دوربین کی ایجاد اتفاقیہ طور پر عمل میں آئی۔ اس سلسلے میں ہوئی گنس[1] نے اپنی کتاب "انعطافیات (ڈائی آپٹریکا[2])" میں لکھا ہو کہ جو شخص دوربین کو محض ہندسی اصولوں اور قوّتِ فکریہ سے ایجاد کر سکے اور اس میں اتفاق کو دخل نہ ہو تو سمجھنا چاہیئے کہ وہ فوق البشر ذہانت رکھتا ہو۔ اس عجیب و غریب بیان پر ماخ[3] نے اپنے مقالے "ایجاد اور انکشاف میں اتفاق کا حصّہ" (مطبوعہ رسالہ مونسٹ، امریکہ، جلد ۶) میں یہ اضافہ کیا کہ محض اتفاق کسی ایجاد کو وجود میں لانے کے لئے کافی نہیں ہو۔ موجد میں اس کی اہلیت ہونی چاہیئے کہ وہ نئے پہلو کو تمیز کر سکے، اپنے ذہن میں اُسے محفوظ رکھے اور پھر اپنے دیگر متفکّرات سے پیوست کر سکے۔ مختصر یہ کہ تجربہ سے نفع اٹھانے کی صلاحیت اس میں ہونی چاہیئے۔

ان عجیب و غریب ایجادوں کی ایجاد کا فخر ایسا ہو کہ متعدد دعویدار پیدا ہو گئے۔ چناں چہ چار قوموں یعنی انگریز، اطالوی، ولندیزی اور جرمن نے

---

[3] Mach [2] Dioptrica [1] Huygens

ان ایجادوں کو اپنے اپنے ہم وطنوں سے منسوب کرنے کی کوشش کی ہے۔ چنانچہ گیلیلیو کی طرف بھی اس کی ایجاد منسوب ہے۔ اور راجر بیکن کو بھی اس کا موجد بتایا گیا ہے۔

۱۵۸۹ء میں ایک اطالوی گام تبستا دلا پورتا[ف۱]، جو عکسالۂ مظلمہ[ف۲] کے موجد کی حیثیت سے مشہور ہے، اس نے ایک کتاب "سحرِ طبعی" (ماگیا ناچورالیس)[ف۳] کے نام سے لکھی۔ اس میں وہ لکھتا ہے کہ دو عدسوں کو، جن میں سے ایک محدب[ف۴] ہو اور دوسرا مقعر[ف۵]، مناسب طریقہ سے ملانے پر دور کی اور نزدیک کی اشیاء آنکھ کو بڑی ہو کر دکھلائی دیتی ہیں لیکن اس کے تجربے عینکوں کی حد تک محدود تھے۔ اُن کو دوربین سے کوئی تعلق نہیں۔

۱۵۷۱ء میں برسٹل (انگلستان) کے لیونارڈ ڈگس[ف۶] نامی ایک شخص نے ایک کتاب شائع کی جس میں اس نے مقعر اور محدب عدسوں کو ترکیب دینے کا بیان کیا ہے۔ لیکن اس قسم کے بیانات سے یہ ثابت نہیں ہوتا کہ ایجاد عمل میں آگئی، البتہ یہ کہا جا سکتا ہے کہ ایجاد کے لئے راستہ صاف ہو گیا۔

۱۸۳۱ء تک جو شہادت بہم پہنچی تھی اس کی بنا پر یہی سمجھا جاتا تھا کہ دور بین کا موجد ولندیزی زکریاس یونیدس[ف۷] تھا۔ اگرچہ نام اس کے ہم وطن ایڈرین میتیوس[ف۸] اور کارنیلیس ڈریبل[ف۹] کے بھی لئے جاتے تھے۔ اس کے علاوہ

Camera Obscura [ف۲] Giambattista della Porta [ف۱]

Concave [ف۵] Convex [ف۴] Magia Naturalis [ف۳]

Zacharias Joannides [ف۷] Leonard Digges [ف۶]

Cornelius Drebbel [ف۹] Adrian Metius [ف۸]

ڈو جرمن سیمون ماریوس[1] اور کیپلر، دو اطالوی فرانسسکوس فانتانہ[2] اور گیلیلیو کو بھی موجد شمار کیا جاتا تھا بسوائے کیپلر کے یہ سب دوربین تیار بھی کیا کرتے تھے۔

بہرحال اب جو شہادت قابل قبول ہو اس کی بنا پر یہی سمجھا جاتا ہو کہ ۱۶۰۸ء میں سب سے پہلی دوربین ایک ولندیزی ہانس لیپرشے[3] نامی نے تیار کی۔ یہ شخص عینکیں بنایا کرتا تھا۔ جہاں تک اتفاق کا تعلق ہو کہا جاتا ہو کہ لیپرشے کے ساتھ جو دوسرا چشمہ ساز زکریاس یونیدس تھا اس کے بچّے ایک روز دو شیشوں سے کھیل رہے تھے۔ اس کے مکان کے سامنے ایک گرجا تھا۔ بچوں نے دونوں شیشوں کو، جو دراصل عدسے تھے، آگے پیچھے اس طرح رکھا کہ گرجا کا مینار نزدیک تر نظر آیا اور بڑا بھی معلوم ہوا۔ بچّوں نے اپنے باپ سے یہ ماجرا بیان کیا۔ اس نے بھی تجربہ کیا تو وہی بات نظر آئی۔ پس لکڑی کے ایک تختے میں دو عدسے جوڑ کر ایک دوربین تیار کرلی۔ لیپرشے نے جو عدسے استعمال کئے وہ شیشے کے نہ تھے بلکہ بلور کے تھے۔ ہیگ[4] کے محافظ خانے میں ایک دستاویز دستیاب ہوئی ہو جس سے معلوم ہوا کہ ۲ر اکتوبر ۱۶۰۸ء کو لیپرشے نے اپنی ایجاد کا حق محفوظ کرنے کی درخواست دی۔ اس سے کہا گیا کہ ایسی ترمیم کردے کہ دونوں آنکھوں سے بہ یک وقت دیکھا جاسکے۔ چناں چہ اسی سال اس نے اس کی بھی تکمیل کر دی۔ اس کا حق محفوظ تو نہ ہوا لیکن ولندیزی حکومت نے اس کو ۹۰۰ گلڈرن (قدیم ولندیزی طلائی سکہ تقریباً ۲ شلنگ یا ۲ روپیہ کے مساوی) عطا کئے اور ۱۶۰۹ء میں جب اس نے دو مزید دوچشمی دوربینیں تیار کرلیں تو اتنی ہی رقم اور عطا کی۔

---

[1] Simon Marues [2] Fransiscus Fontana

[3] Hans Lippershey [4] Hague

خورد بین کی ایجاد بھی کچھ دوربین کے ساتھ ساتھ ہوئی۔ اس کا موجد زکریاس یونیدس کو مانا جاتا ہے۔گوویٹی[1] کا دعویٰ ہے کہ گیلیلیو نے خورد بین ایجاد کی چناں چہ ۱۶۱۰ء میں جو ایک دستاویز شائع ہوئی اس کی بنا پر وہ کہتا ہے کہ گیلیلیو نے دوربین میں ترمیم کر کے خورد بین تیار کر لی۔ ۱۶۱۰ء کے اوائل میں گیلیلیو کی جو کتاب شائع ہوئی اس میں وہ لکھتا ہے کہ کوئی دس ماہ اُدھر اس نے دوربین کی ایجاد کی خبر سنی۔ چوں کہ اس کی خورد بین کی ترمیم شدہ صورت تھی اس لئے سمجھنا چاہیئے کہ اس نے خوردبین ۱۶۰۹ء میں یا ۱۶۱۰ء میں بنائی ہوگی۔ لیکن ۱۶۵۵ء میں ولندیزی سفیر بوری لیوس[2] نے ایک خط لکھا تھا۔ اس کی شہادت پر اعتماد کیا جائے تو پتہ چلتا ہے کہ زکریاس یونیدس نے خورد بین ایجاد کرنے کے ایک عرصہ بعد ۱۶۱۰ء میں دوربین تیار کی۔

بہرحال اب یونیدس ہی کو خورد بین کا موجد مانا جاتا ہے۔ شروع میں خوردبین کے چشمے[3] مقعر عدسوں سے بنتے تھے۔ فانتانہ نے سب سے پہلے چشمہ کے لئے محدب عدسہ استعمال کیا۔ جو لوگ خوردبین تیار کرتے تھے وہ وہی تھے جو دوربینیں بھی تیار کیا کرتے تھے۔

یہ دونوں آلے یورپ میں بڑی تیزی سے پھیل گئے۔ انگلستان میں ایک ریاضی داں ٹامس ہیریٹ[4] نے ایک ایسی دوربین بنائی جو ۵۰ گنا بڑا کر کے دکھلاتی تھی۔ اس ایجاد کی خبر جب کیپلر کو پہنچی تو وہ علم مناظر سے شغف رکھتا ہی تھا اس نے مزید کوششیں کیں۔ چناں چہ ۱۶۱۱ء میں اس نے اپنی کتاب انعطافیات لکھی جس میں دوربین کا نظریہ بیان کیا گیا ہے۔ اس نظریہ میں کلیہ

---

[1] Goor [2] Borelius [3] Eye pieces
[4] Thomas Herriot

انعطاف کی ضرورت پڑتی ہے۔ بطلیموس اور ابن الہیثم کی طرح کپلر کو بھی صحیح کلیہ معلوم نہ تھا۔ اس لئے اس کے نتائج تقریبی رہے۔ اس لئے دوربین کا جو نظریہ اس نے بیان کیا ہے وہ بہ حیثیت مجموعی صحیح ہے۔

سائنسی تحقیق میں دوربین کا استعمال :۔ دوربین کی مدد سے اہم سائنسی انکشافات سب سے پہلے جس شخص نے کئے وہ گیلیلیو تھا۔ اس کو خبریں پہنچیں کہ بلجیم میں ایک آلہ ایسا ایجاد ہوا ہے جس سے دور کی چیزیں واضح طور پر نظر آتی ہیں۔ ممکن ہے کہ اس نے سنا ہو کہ مقعر اور محدب عدسوں کے استعمال سے ایسا آلہ تیار کیا گیا ہے۔ بہرحال کچھ بھی ہو اس نے بھی ایک دوربین بنانے کی ٹھان لی۔ اور چوں کہ اس کو انعطافیات کا علم تھا اس لئے اس کو کوئی بڑی دقت نہیں ہوئی۔ اس نے جو دوربین بنائی اس میں دو عدسے تھے جو سیسے کی ایک نلی کے سروں پر لگے ہوئے تھے۔ عدسوں میں سے ہر ایک کی ایک ایک سطح چپٹی تھی۔ باقی ایک عدسہ کی سطح مقعر تھی دوسرے کی محدّب۔ اس دوربین کی مدد سے اشیاء ۳ گنا نزدیک تر اور ۹ گنا کلاں تر نظر آئیں۔ اب تو گیلیلیو کی ہمت بہت بڑھ گئی اور اس نے لگاتار محنت کر کے ایک ایسی دوربین تیار کرلی جو اشیاء کو ہزار گنا بڑا کر کے دکھاتی تھی اور ۳۰ گنا نزدیک تر کردیتی تھی۔ یہ دوربین ۱۶۰۹ء میں تیار کی۔

دوربین ہاتھ آگئی تو گیلیلیو نے اس کا رخ آسمان کی طرف کیا۔ اُسے ایسی ایسی چیزیں نظر آئیں کہ ان انکشافات نے ایک تہلکہ مچادیا جو گیلیلیو کی ذات کے لئے خوش آئند نہ تھا۔

سب سے پہلے اس نے دیکھا کہ کہکشاں، جس کو ایک جادۂ پامال سمجھا جاتا ہے وہ درحقیقت ستاروں کا ایک مجموعہ ہے۔

اس نے چاند کا معائنہ کیا تو اُسے وہاں پہاڑ، گھڑے اور تاریک غار اور وسیع میدان دکھائی دیئے۔ ان کو اُس نے سمندر سمجھا۔ اس کے بعد اس نے اُس روشنی کا بھی سبب دریافت کیا جس کو ثانوی[1] روشنی کہتے ہیں۔ یہ روشنی ماہتاب کے تاریک حصّے کے اوپر اس وقت نظر آتی ہے جب کہ چوتھائی حصّہ روشن ہوتا ہے۔ اس نے بتلایا کہ یہ وہ روشنی ہے جو زمین سے منعکس ہوکر چاند پر پڑتی ہے۔ چناں چہ شام کو نئے چاند کی طرف دیکھا جائے جب کہ اندھیرا ہو جائے اور مطلع صاف ہو تو چاند کے تاریک حصّے کا ایک ہلکا سا خاکہ نظر آتا ہے جو منعکس روشنی کی وجہ سے دکھائی دیتا ہے۔

۷ر جنوری ۱۶۱۰ء کو اس نے دوربین کا رُخ مشتری کی طرف کر دیا اُسے دو چھوٹے چھوٹے سیارے مشرقی جانب اور ایک مغربی جانب نظر آئے۔ یہ آنکھ سے نظر نہ آتے تھے۔ دوسری رات جب اُس نے دیکھا تو معلوم ہُوا کہ تینوں اس کے پاس ہی ہیں لیکن مشرقی سیارے مغربی جانب کو نظر آئے اور پہلی رات کی نسبت تینوں زیادہ پاس پاس تھے۔ چوتھی رات کو اُس نے اُن تینوں سیاروں کو مشتری کے گرد گردش کرتے ہوئے دیکھا جس طرح چاند زمین کے گرد حرکت کرتا ہے۔ اس کے چند دن بعد اس نے ایک رات ایک چوتھا سیارہ سابقہ تین سیاروں کے ساتھ گھومتے دیکھا۔ اس طرح اس نے مشتری کے چار چاند دریافت کئے۔

تھوڑے ہی عرصہ بعد اس نے دوربین سے سیارۂ زہرہ کا معائنہ کیا تو وہ اُس کو گول دکھائی دیا لیکن جب پھر ایک دن اس نے دوربین سے دیکھا تو وہ ہلال کی مانند دکھائی دیا۔ پس مسلسل طور پر کئی راتوں تک دیکھا گیا، یہاں تک کہ

---

[1] Secondary Light

آفتاب کے گرد زہرہ کی ایک گردش پوری ہوگئی۔ اس سے اس کو پتہ چلا کہ زہرہ کی شکل میں بھی وہی تبدیلیاں ہوتی ہیں جو چاند کی شکل میں ہوتی ہیں یعنی وہ بڑھتے بڑھتے ہلال سے بدر اور گھٹتے گھٹتے بدر سے ہلال بن جاتا ہے۔ پس اُسے یقین ہوگیا کہ زمین کی طرح زہرہ بھی آفتاب کے گرد گھومتا ہے۔

اس کے ایک سال بعد گیلیلیو نے زحل کا معائنہ کیا تو اُسے دونوں طرف کوئی شے نظر آئی جسے وہ دو چھوٹے چھوٹے ستارے سمجھا۔ اس طرح زحل اس کو تین گنا نظر آیا۔ وہ دراصل زحل کے حلقے ہیں، لیکن چوں کہ اس کی دوربین زیادہ طاقتور نہیں تھی اس لئے وہ اُن کو صاف طور پر نہ دیکھ سکا۔

۱۶۱۱ء میں روما جاکر ایک باغ میں اس نے اپنی دوربین نصب کی کہ وہاں کے عالموں کو آسمان کے عجائبات کا مشاہدہ کرائے۔ اسی جگہ اس نے پہلے پہل آفتاب کے چہرے کے اوپر سیاہ داغ دیکھے۔ وہ ہمیشہ ایک ہی شکل کے نہیں ہوتے بلکہ کبھی دو تین داغ مل کر ایک داغ بن جاتا ہے اور کبھی ایک داغ ٹوٹ کر دو تین داغ بن جاتے ہیں۔ گیلیلیو نے بتایا کہ یہ داغ آفتاب کے چہرے پر ایک طرف سے گردش کرتے ہوئے پورے ۲۸ دن میں دوسری طرف پہنچ کر غائب ہو جاتے ہیں اور کچھ عرصہ بعد اس کی دوسری طرف نظر آتے ہیں۔ اس سے ثابت ہوا کہ آفتاب اپنے محور پر گردش کرتا ہے جسے وہ ۲۸ دن میں پوری کر لیتا ہے۔

ان مشاہدات نے کوپرنکی نظام پر گویا مہرِ تصدیق ثبت کر دی۔

انکشافات کے عواقب:۔ دوربین کی مدد سے گیلیلیو نے ہیئت اور کوپرنکی نظام کے مطلع کو صاف کیا، لیکن خود اس کا طالع گہنا گیا۔ مخالفت کی گھٹائیں اس زور شور سے اُٹھیں کہ طوفان آگیا۔ گیلیلیو کے وطن پیسا میں

جو پیروان ارسطو تھے اُن کے غم و غصّہ کی انتہا نہیں رہی ۔ وہ کہتے تھے کہ دیکھو یہ شخص چاند کے حسین چہرے کو خراب کرنا چاہتا ہے ۔ بعض یہ سمجھتے تھے کہ دوربین شیطان کی ایجاد ہے اس لئے اُس میں سے دیکھنا بھی انھیں گوارا نہ تھا۔ ایک سربرآوردہ ہیئت داں یوں استدلال کرتا تھا:۔

"انسان کے سر میں سات منافذ یا کھڑکیاں ہیں یعنی دو نتھنے ، دو آنکھیں ، دو کان اور ایک منھ ۔ پس اسی طرح آسمان پر دو سعد ستارے ہیں ، دو نحس ہیں ، دو نیّر ہیں اور صرف عطارد ایسا ہے جو متحیر ہے اور نہ سعد ہے نہ نحس ۔ نیز فطرت میں دوسرے مظاہر مثلاً سات دھاتیں وغیرہ سے جن کی تفصیل طویل ہے ، پتہ چلتا ہے کہ فلک پر بھی سیّارے سات ہونا چاہیئے ۔ علاوہ ازیں مشتری کے یہ چاند خالی آنکھ سے نظر نہیں آتے ، اس لئے زمین پر اُن کا کوئی اثر نہیں ، اس لئے وہ بے کار ہیں ، اس لئے اُن کا وجود نہیں ۔ علاوہ بریں قدیم اقوام نیز جدید یورپی اقوام نے ہفتہ کو سات دنوں میں تقسیم کیا ہے اور ان کو ساتوں سیاروں سے منسوب کیا ہے ۔ پس اگر ہم سیاروں کی تعداد بڑھا دیں گے تو پورا نظام درہم برہم ہو جائے گا ۔"

اس زمانے میں گیلیلیو نے کیپلر کو ایک خط لکھا تھا جس کا اقتباس یہاں نامناسب نہ ہوگا :۔

"جی چاہتا ہے کہ ہم دونوں مل کر خوب دل کھول کر ہنستے ۔ یہاں پیڈوا میں فلسفہ کے ایک پروفیسر صاحب ہیں ۔ اُن سے میں نے بارہا عرض کیا اور منّت سماجت کی کہ میرے آلے میں سے ایک مرتبہ چاند اور سیاروں کو دیکھ لیں ۔ لیکن اُن کو ایسی کد ہے کہ کسی طرح راضی نہیں ہوتے ۔ کیا اچھا ہوتا کہ آپ یہاں ہوتے ۔ اس شاندار حماقت پر جی بھر ہنسنے کا خوب موقع ملتا ۔ پھر دیکھیے کہ

پیسا کے پروفیسر صاحب فلسفہ وہاں کے حاکمِ اعلیٰ کے سامنے منطقی دلائل پر دلائل پیش کر رہے ہیں گویا اپنے دلائل کے جادو سے آسمان سے نئے سیاروں کو نکال باہر کریں گے "

یہ عجیب بات ہے کہ اس وقت تین مشہور ہیئت داں ہم عصر تھے ٹائکوبراہی چوّن ۵۴ سال کی عمر میں پراگ میں مصروفِ مشاہدہ تھا۔ کیپلر کی عمر تیس ۳۰ سال کی تھی اور وہ مریخ کے مدار کی فکر میں تھا۔ گیلیلیو کی عمر چھتیس ۳۶ سال کی تھی اور وہ دوربین کی مدد سے آسمان کی سیر کر رہا تھا۔

اوقاتِ فرصت میں گیلیلیو اپنے وطن پیسا جایا کرتا تھا اور وہاں اس نے گرانڈ ڈیوک سے راہ و رسم پیدا کر لی۔ نتیجہ یہ ہوا کہ اس نے فلارنس میں ایک جگہ قبول کر لی۔ اب اس کے مخالفین کی بن آئی۔ پاپائے روم نے کوپرنیکی نظریہ کو الحاد قرار نہیں دیا تھا، لیکن اربابِ کلیسا علانیہ اس کو الحاد قرار دیتے تھے۔ چناں چہ برونو[۱] فلسفی نے اس نظریے کی حمایت کی تو وینس سے طلب کیا گیا۔ اہلِ وینس اگرچہ آزاد خیال تھے اور خود مختار تھے، تاہم انھوں نے برونو کو اہلِ کلیسا کے حوالہ کر دیا۔ اس پر مقدمہ چلا اور ۱۶۰۰ء میں وہ زندہ نذرِ آتش کر دیا گیا۔ اسی طرح عدالتِ تعذیب نے پادری دومنیس[۲] کو قوس قزح کی توجیہ پر مستحق سزا سمجھا۔ چناں چہ وہ قید ہی میں فوت ہو گیا لیکن گیلیلیو نے ان نظائر سے سبق نہ لیا۔

۱۶۱۵ء میں اس کو پاپا نے روما طلب کیا اور اپنے خیالات سے متعلق صفائی پیش کرنے کا حکم دیا۔ اربابِ کلیسا کے بھرے مجمع میں اس نے مخالفین کو اپنے خیالات کو پوری وضاحت کے ساتھ بیان کرنے پر آمادہ

---

[۱] Bruno [۲] Dominis

کرلیا۔ جب وہ بیان کر چکے تو اس نے اُن خیالات کی تردید شروع کی یسقراطی طریقہ پر اس نے اُن پر جرح کی یہاں تک کہ مخالفین لاچار ہو گئے۔ مرکزِ کلیسا میں اہلِ کلیسا کو ایسی شکست! نتیجہ یہ ہوا کہ کوپرنیکس اور کیپلر کی کتابیں ممنوع قرار دی گئیں۔ اور گیلیلیو کو حکم دیا کہ زمین کی حرکت کی نہ تو تعلیم دے اور نہ اس پر اعتقاد رکھے۔

برداشتہ خاطر ہو کر گیلیلیو فلارنس کے باہر اپنے مکان واپس چلا گیا اور وہاں بیٹھ کر اس نے "مکالمات" لکھے جنھوں نے چند برسوں کے اندر قدیم نظام کو درہم برہم کر دیا۔ یہ صحیح ہے کہ اس نے زمین کی حرکت کو ایک قیاس کی حیثیت سے پیش کیا تھا لیکن اربابِ کلیسا اس دھوکے میں نہ آئے۔ انھوں نے یہ فیصلہ کیا کہ یہ کتاب قابلِ ضبطی ہے۔ چناں چہ گیلیلیو کو جو اب ستّر برس کا تھا فوراً روما میں حاضر ہونے کا حکم دیا گیا۔ وہ آیا تو اب عدالت تعذیب کی حوالات میں قید کر دیا گیا۔ اربابِ تعذیب نے حکم دیا کہ گیلیلیو سے توبہ کرائی جائے اور خود وہ اپنی تردید کرے۔ ضرورت ہو تو "عذاب" کی مختلف صورتیں استعمال کی جائیں۔ اُسے اچھی طرح معلوم تھا کہ اگر اس نے توبہ نہ کی تو اُسے عذاب سے دوچار ہونا پڑے گا اور ممکن ہے کہ وہ زندہ بھی جلا دیا جائے۔ تین دن تک عدالت میں گیلیلیو پر سخت جرح کی گئی۔ یہ تو نہیں معلوم ہو سکا کہ ان تین دنوں میں اس پر کیا گزری لیکن اتنا یقینی ہے کہ گیلیلیو نے شکست کھائی اور اُسے کہنا پڑا کہ "اب میں آپ کے اختیار میں ہوں۔ آپ جو کچھ چاہیں گے میں وہی کہوں گا۔" چناں چہ اس کو ایک دوسری کوٹھری میں منتقل کیا گیا جہاں اس کا توبہ نامہ مرتب کیا گیا۔ اربابِ کلیسا کے سامنے اُسے جلسۂ عام میں یہ توبہ نامہ پڑھ کر سنانا پڑا۔ اس کا اقتباس درج ذیل ہے:۔

"میں، گیلیلیو گیلیلائی، عمر ستر سال، تقدس مآب حضرات کارڈینال، اور الحاد و بے دینی کے خلاف جمہوریۂ عیسویہ کی عدالت تعذیب کے معزز ارباب کے حضور دو زانو ہو کر حلفیہ اقرار کرتا ہوں کہ میں ہر اس عقیدے پر ہمیشہ قائم رہا ہوں، جو کلیسائے روما کا عقیدہ ہے اور جس کی وہ تعلیم دیتا ہے اور تبلیغ کرتا ہے۔ مقدس دفتر سے مجھ کو یہ حکم ملا تھا کہ اس عقیدۂ کاذب کو ترک کر دوں جس کا دعوا ہے کہ سورج ساکن ہے اور غیر متحرک ہے۔ اور مجھکو مانعت کی گئی تھی کہ میں نہ تو عقیدہ کاذب مذکورہ پر یقین کروں، نہ اس کی حمایت کروں اور نہ کسی اور طریقہ پر اس کی تعلیم دوں۔ اور مجھ کو یہ بھی اطلاع دی گئی تھی کہ یہ عقیدہ صحیفۂ مقدس کی رو سے مردود ہے۔ بایں ہمہ میں نے ایک کتاب لکھی اور اس کو طبع کیا، اس میں میں نے اس عقیدے پر بحث کی ہے جس کو اب مردود گردانا گیا ہے۔ اس عقیدے کی تائید میں میں نے دلائل زبردست پیش کئے ہیں۔ بہ الفاظ دیگر میں اس عقیدے پر قائم رہا اور میں نے اس پر یقین رکھا کہ سورج مرکز کائنات ہے اور غیر متحرک ہے۔ پس حضرات رفعت مآب کے اذہان عالیہ سے اس شک قوی کو، جو میری طرف بجا طور پر منسوب کیا گیا ہے، دور کرنے کی غرض سے میں صمیم قلب اور عقیدہ راسخ کے ساتھ اعلان کرتا ہوں کہ میں اس عقیدۂ کاذب سے توبہ کرتا ہوں اور اس کو مردود گردانتا ہوں اور اقرار واثق کرتا ہوں کہ آئندہ تحریرًا یا تقریرًا میں کوئی ایسا دعوا نہ کروں گا جس سے اس قسم کا شک مجھ سے منسوب کیا جا سکے۔ میں یہ بھی حلفیہ اقرار کرتا ہوں کہ جو کفارہ تجویز کیا جائے اس کو بجان و دل بجالاؤں گا۔"

ایک روایت یہ ہے کہ جب اس توبہ نامہ کو پڑھ کر وہ اٹھا ہے تو ایک کارڈینال کے معتمد سے جس کو وہ دوست جانتا تھا، اس نے کہا کہ "بایں ہمہ

زمین حرکت ضرور کرتی ہے"۔ مگر یہ روایت مشتبہ ہے۔

اس توبہ نامے کی نقلیں چار دانگ عالم میں بھیجی گئیں۔ بالآخر اس کو اپنے مکان واپس جانے دیا گیا۔ پھر بقیہ ایام اس نے وہیں گزارے۔ البتہ اس پر نگرانی سخت رہی۔ حوالات کے تین دنوں میں اس پر کیا گزری کوئی نہیں جانتا، لیکن اتنا یقینی ہے کہ وہاں سے آنے کے بعد وہ شدید قسم کے عارضہ فتق میں مبتلا ہو گیا جو شکنجہ میں کسے جانے کا لازمی نتیجہ ہوتا ہے۔ بہر حال وہ بہت دل شکستہ ہو گیا لیکن کام نہ چھوڑا۔ اسی زمانے میں اس نے حرکیات پر کتاب لکھی۔ اسی زمانے میں طریسلی اس کا شاگرد ہوا۔ بالآخر وہ نابینا ہو گیا۔ اس حالت میں انگلستان کا مشہور و معروف جان ملٹن اس سے ملنے آیا۔ بالآخر ۱۶۴۲ء میں ۷۸ سال کی عمر میں اس نے ہمیشہ کے لئے آنکھیں بند کر لیں۔

اخیر میں گیلیلیو سے رخصت ہوتے وقت ہم اس کے متعلق یہ کہہ سکتے ہیں کہ اس نے سائنس میں تحقیق کے لئے ایک نیا راستہ کھول دیا۔ اس نے تجربہ سازی کو صحیح مقام پر رکھا اور سائنسی تخیل سے بھی کام لیا تاکہ ایسے دعوے قائم کئے جا سکیں جو تجربوں کی رہنمائی کریں اور جن کی تصدیق، تائید یا تردید تجربوں سے کی جا سکے۔ یہی سائنسی طریقہ ہے۔ وہ ارسطو وغیرہ کی رائے پر نہ چلتا تھا بلکہ تجربے کرتا رہتا تھا یہاں تک کہ حقیقت اس پر منکشف ہو جاتی تھی۔

برق اور مقناطیس اگر گیلیلیو کو جدید طبیعیات کا بانی کہا جاتا ہے تو مقناطیسی فلسفہ کا باوا آدم گلبرٹ کو قرار دیا جا سکتا ہے۔

ولیم گلبرٹ[۱] انگلستان کے ضلع ایسکس[۲] کے مقام کالچسٹر[۳] میں ۱۵۴۰ء میں پیدا ہوا۔ اس کی تعلیم سینٹ جانس کالج کیمبرج میں ہوئی۔ پھر اس نے براعظم یورپ کا سفر اختیار کیا۔ انگلستان اور یورپ میں وہ طبیب کی حیثیت سے مطب کرتا تھا۔ اس میں اس نے نام پیدا کیا۔ ملکہ الزبتھ نے اس کو طبیب شاہی مقرر کیا اور اس کو ایک وظیفہ عطا کیا تاکہ وہ اپنے فلسفیانہ مطالعہ میں اطمینان سے مشغول رہے۔ ۱۶۰۳ء میں اس نے وفات پائی۔

اس نے سب سے پہلے کیمیا پر کچھ تحقیقات کیں۔ بعد میں کوئی اٹھارہ برس اس نے برق اور مقناطیس پر تجربوں میں صرف کئے ۱۶۰۰ء میں اس نے اپنی "کتاب المقناطیس" شائع کی۔ طبعی سائنس پر یہ سب سے پہلی کتاب ہے جو انگلستان میں شائع ہوئی۔ گیلیلیو نے اس کتاب کو قابل رشک قرار دیا لیکن خود انگلستان میں اس کی قدر زیادہ نہ ہوئی۔ ۱۸۹۳ء میں لندن میں پی، ایف ماٹلے[۴] نے اس کتاب کا ترجمہ شائع کیا۔

اس کتاب میں گلبرٹ نے اپنے زمانے تک کی معلومات پر ایک تبصرہ کیا۔ اہل مدرسہ کے طریقوں کا ہر جگہ حقارت سے ذکر کیا ہے بعض جگہ اس کی تنقید ضرورت سے زیادہ سخت ہے کئی برس تک اس نے کتاب شائع نہیں کی۔ کتاب کے دیباچہ میں وہ لکھتا ہے:۔

"اس شریف اور جدید فلسفہ کو میں ایسے لوگوں کے فیصلہ پر چھوڑنا نہیں چاہتا جنھوں نے دوسروں کی رائے کی پیروی کرنے کی قسم کھا رکھی ہے، جو فنون کو بگاڑنے والے ہیں، جو پڑھے لکھے مسخرے ہیں، اور جو سوفسطائیہ ہیں۔

---

[۱] William Gilbert [۲] Essex [۳] Colchester

[۴] P. F. Mottley

البتہ ان سچے فلسفیوں کے نام پر میں اپنی کتاب معنون کرتا ہوں جو صرف کتاب ہی سے علم حاصل نہیں کرتے بلکہ خود اشیاء میں علم کو تلاش کرتے ہیں۔

"جدید فلسفیو! ایسے علم کو ترک کر دینا چاہیئے جن کا ماخذ کتابیں ہیں، کیوں کہ ان میں جو کچھ بیان کیا گیا ہے اس کی بنیاد ناقص استدلال اور احتمال اور قیاس پر ہے۔

"ذہین لوگ بھی اگر واقعات کا صحیح علم نہ رکھتے ہوں اور تجربے سے استفادہ نہ کریں تو لغزش کھاتے اور غلطی کر جاتے ہیں۔"

برقی قوت [۱]، برقی جذب [۲]، مقناطیسی قطب [۳]، کی اصطلاحیں سب سے پہلے گلبرٹ نے ہی استعمال کی ہیں۔ کہربا کی طرح جو چیزیں جذب کرتی ہیں اُن کو وہ کہربائی [۴] کہتا ہے۔ دھاتوں اور دیگر اجسام کو وہ غیر کہربائی کہتا ہے کیوں کہ رگڑ سے اُن میں جذب پیدا نہ کر سکتا تھا۔

اکثر لوگ مقناطیسی عمل اور برقی جذب دفع [۵] میں تمیز نہ کر سکتے تھے۔ سب سے پہلے اس فرق کو میلان [۶] کے ایک ریاضی داں ہیرونیمو کارڈانو [۷] (۱۵۰۱ء — ۱۵۷۶ء) نے واضح کیا۔ انگریزوں میں یہ کارڈن [۸] کے نام سے معروف ہے۔ گلبرٹ ان لوگوں کا شاکی نظر آتا ہے جو اس بات سے واقف نہیں ہیں کہ چنبک پتھر میں جو حرکتیں ہوتی ہیں وہ اس سے بہت مختلف ہیں جو کہربا میں جذبی خواص پیدا کرتی ہیں۔ پورٹا اطالوی نے یہ بتلایا تھا کہ اگر لوہے کو ہیرے کے ساتھ رگڑا جائے تو وہ شمال کی طرف رخ کرتا ہے گویا کہ

---

۱ Electric Force ۲ Electric Attraction

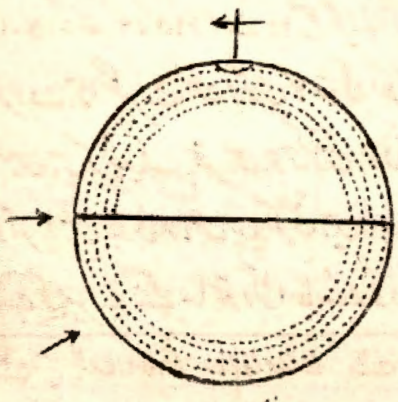
۳ Magnetic Pole ۴ Electrics ۵ Repulsion

۶ Milan ۷ Hieronimo Cardano ۸ Cardan

اس کو چنبک پتھر سے رگڑا گیا ہو۔ اس کے جواب میں گلبرٹ لکھتا ہو "ہم نے متعدد گواہوں کی موجودگی میں پچھتر ہیروں سے یہ تجربہ کیا اور لوہے کی متعدد سلاخیں اور تار کے ٹکڑے استعمال کئے۔ ان کو کارک پر رکھ کر احتیاط کے ساتھ پانی میں تیرایا۔ لیکن کسی ایک صورت میں بھی وہ اثر مشاہدے میں نہ آیا جس کا ذکر پورتا نے کیا ہو۔"

کارڈن نے ایک سوال یہ اُٹھایا تھا کہ کوئی اور دھات کسی پتھر سے جذب کیوں نہیں ہوتی۔ اس کا جواب اس نے یوں دیا کہ کوئی اور دھات لوہے کی طرح سرد نہیں ہو۔ اس پر گلبرٹ اعتراض کرتا ہو کہ سیسا چنبک پتھر سے متاثر نہیں ہوتا۔ حالاں کہ وہ سرد بھی ہو۔ اس لئے اس قسم کی باتوں کو اس نے بادر ہوا قرار دیا۔ پھر اس نے ایک دلچسپ مشاہدہ کیا۔ وہ یہ کہ اگر لوہا سُرخ گرم ہو تو پھر مقناطیس اُسے جذب نہیں کرتا۔ جب تپش گر جاتی ہو تو پھر کرنے لگتا ہو۔

گلبرٹ نے ارضی مقناطیسیت پر جو تجربے انجام دئے وہ انقلاب آفریں ثابت ہوے۔ اس نے ہی سب سے پہلے یہ خیال پیش کیا کہ زمین ایک بڑا مقناطیس ہو۔ اس نے چنبک پتھر کو ایک کرّے کی شکل میں لیا۔ اس مقناطیسی کرّے کے قریب اس نے چولوں پر قائم مقناطیسی سوئیاں رکھیں۔ (شکل ۱۰) تو اس نے



شکل ۱۰

نے کُرّے کی سمتی اور جذبی قوت کا مشاہدہ کیا۔ اِس کُرے میں اُس نے زمین کی بہت سی خاصیتیں دریافت کیں۔ اس لئے اس نے اس کا نام ارضک[۱] رکھا۔ چنبک پتھر میں بھی کرے کے خواص جذب، قطبیت، گردش پائے جاتے ہیں۔ جس طرح مقناطیسی جسم زمین کی طرف مائل ہوتے ہیں اور اس سے ملحق رہتے ہیں اسی طرح چنبک پتھر کے ساتھ بھی یہی عمل ہوتا ہے۔ زمین کی طرح اس میں بھی ایک خطِ استوا[۲] ہوتا ہے۔

چوں کہ زمین میں مقناطیسی قطب ہوتے ہیں اس لئے مقناطیسی عمل کے اصول سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ مقناطیسی سوئی کا شمال کی طرف رُخ کرنے والا قطب جنوبی قطب ہوتا ہے۔ اور یہ بھی سمجھ میں آیا کہ سوئی شمال کی طرف کیوں رُخ کرتی ہے۔ گلبرٹ سے قبل مختلف قسم کی توجیہیں کی گئی تھیں۔ ایک یہ تھی کہ آسمان پر ایک مقناطیسی نقطہ ہے جو لوہے پر عمل کرتا ہے۔ کسی نے یہ کہا کہ سمتی خاصیت آسمانی قطبوں کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔ کارڈن کی رائے یہ تھی کہ دُبِّ اکبر[۳] کی دم میں جو ستارہ ہے وہ لوہے میں گردش پیدا کرتا ہے۔ بسّار[۴] فرانسیسی کا خیال تھا کہ مقناطیسی سوئی دائرۃ البروج کے قطب کی طرف رُخ کرتی ہے۔

مقناطیسی انصراف میلان

گیارھویں صدی میں چینی بھی اس سے واقف تھے کہ مقناطیسی سوئی صحیح شمال اور صحیح جنوب کو نہیں بتلاتی۔ بلکہ جغرافی شمال جنوب اور مقناطیسی شمال جنوب کی سمتوں میں ایک زاویہ بنتا ہے جس کو مقناطیسی انصراف[۵] کہتے ہیں۔

---

۱ Terella ۲ Equator ۳ Ursa Major

۴ Bessard ۵ Magnetic Declination

۱۴۹۲ء میں کولمبس نے جو مشہور و معروف سفر کیا تھا اس میں اس کو معلوم ہو گیا تھا کہ مقناطیسی انصراف مختلف مقامات پر مختلف ہوتا ہے۔ چناں چہ کولمبس نے ہی سب سے پہلے وہ مقام دریافت کیا جہاں مقناطیسی انصراف صفر ہوتا ہے۔ یہ مقام جزائر ازورس[1] کے جزیرہ کارود[2] کے قریب تھا۔ پورتا نے یہ تعلیم دی تھی کہ انصراف طول البلد کے ساتھ ساتھ بدلتا ہے اس لئے مشاہدہ کردہ انصراف سے ارضی طول البلد بہ آسانی دریافت کیا جا سکتا ہے۔ گلبرٹ نے ایسا مواد فراہم کیا جس سے اس خیال کا باطل ہونا ظاہر ہو گیا۔ لیکن خود گلبرٹ نے ایک غلطی یہ کی کہ کسی ایک مقام کے انصراف کو غیر متغیر تصور کر لیا۔ اور مقناطیسی اور جغرافی خطوط استوا کو ایک ہی مان لیا۔

اگر ایک مقناطیسی سوئی اس طرح نصب کی جائے کہ وہ انتصابی مستوی میں حرکت کر سکے تو زمین کے صحیح مقناطیسی قطب پر تو وہ بالکل انتصابی وضع میں یعنی سیدھی کھڑی رہے گی۔ لیکن اور دوسرے مقامات پر وہ کبھی سیدھی کھڑی نہ رہے گی بلکہ ایک طرف کو جھک جائے گی۔ اسی جھکاؤ کو مقناطیسی زاویہ[3] میلان یا مختصراً میلان کہتے ہیں۔

عام طور پر یہی سمجھا جاتا ہے کہ زاویہ میلان کی دریافت ۱۵۷۶ء میں رابرٹ[4] نارمن نامی ایک شخص نے کی جو برسٹل کا رہنے والا تھا اور جو بہت ہوشیار ملاح اور ذہین موجد تھا۔ اس نے اس دریافت کا حال ایک کتاب میں بیان کیا ہے جو ۱۵۸۱ء میں شائع ہوئی۔ ولیم بارو[5] نے اس کا ایک تکملہ شائع کیا جس میں زیادہ تر انصراف کی دریافت کے قاعدے درج ہیں۔ نارمن[6] کا بیان ہے کہ

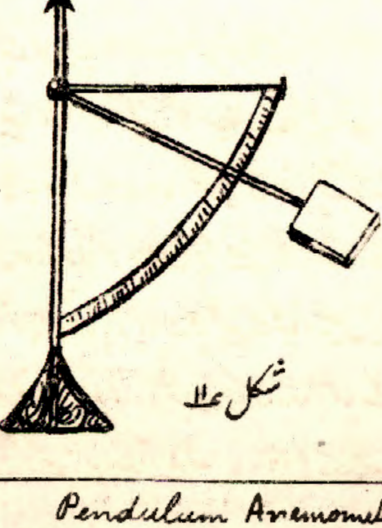
---

[1] Azores [2] Carru [3] Angle of Magnetic Dip. [4] Robert Norman [5] William Borough

زاویہ میلان کو جارج ہارٹمن نے ۱۵۴۴ء میں دریافت کیا گو ... اعتراف کرتا ہے کہ ہارٹمن کی دریافت غیر صحیح رہی۔

جوّیات ٹائکو براہی نامی فلکی نے ۱۵۸۲ء سے لے کر ۱۵۹۷ء تک باقاعدہ موسمی مشاہدات کئے۔ یہی سب سے قدیم جوّیاتی نوشتے ہیں اس وقت تک مشاہدۂ موسم کے لئے آلات زیادہ نہ تھے۔ بادنما یونانیوں میں بھی رائج تھا۔ یورپ میں پہنچا تو عیسائیوں نے اپنے گرجاؤں کے کلس پہ اُسے جگہ دی۔ اور چوں کہ اہل کلیسا کے نزدیک مرغ خانگی مستعدی کی علامت ہے۔ اس لئے بادنما کو مرغ کی شکل دے دی گئی۔ اور اس طرح کہنا چاہیئے کہ کہ مرغ قبلہ نما وجود میں آیا۔

۱۵۷۰ء کے قریب دانتی[1] فلکی نے بولونا اور فلارنس میں متعدد رقاصی[2] بادپیما (شکل ۱۸) نصب کئے تاکہ ہوا کی قوت معلوم کی جاسکے یا آندھی کے زور کا اندازہ ہو سکے۔



شکل ۱۸

اس زمانے میں بھی یہ آلہ یورپ میں بکثرت مستعمل ہے۔ نکولاس[3] ڈی کوسا (۱۴۰۱ء — ۱۴۶۴ء) کی تصنیفات میں سب سے پہلا تذکرہ رطوبت[4] نما کا ملتا ہے۔ جہاں چہ وہ لکھتا ہے۔

Pendulum Anemometer ۲ Danti ۱

Hygroscope ۴ Nicolaus de Cusa ۳

"اگر تم کسی بڑی ترازو کے ایک طرف اون کی بڑی مقدار آویزاں کرو اور دوسری طرف پتھر، تاکہ خشک ہوا میں وہ دونوں برابر رہیں اور پھر ہوا میں رطوبت آجائے تو تم دیکھو گے کہ اُون کا وزن بڑھ جاتا ہے۔ اسی طرح ہوا جب خشک ہونے لگتی ہے تو اُون کا وزن گھٹنے لگتا ہے۔ اطالوی اس کی ایجاد داونچی سے منسوب کرتے ہیں۔ سولھویں صدی کے وسط میں تانت کے اوپر رطوبت کا اثر معلوم ہو چکا تھا۔ رطوبت پیماؤں[۲۱] کی صنعت میں اس کا لحاظ رکھا جاتا ہے۔

تصویر ۴۷



لارڈ بیکن

سائنسی تحقیق کا طریقہ

سائنسی تحقیق میں مشاہدہ اور تجربہ کی اہمیت پر اپنی تحریروں میں فرانسس[۲۲] بیکن نے بہت زور دیا۔ یہ شخص ۲۲ جنوری ۱۵۶۱ء کو بہ مقام لندن پیدا ہوا۔ یہ سر نکولاس بیکن کا بیٹا تھا، جو ایک کامیاب وکیل تھا۔ ٹرینٹی کالج کیمبرج میں اس نے تعلیم پائی۔ وہاں سے وہ انگریزی سفیر کے ساتھ پیرس چلا گیا۔ تین برس بعد لندن واپس آکر قانون پڑھنے لگا۔ ۱۵۸۲ء میں وہ بیرسٹر ہو گیا۔ ۱۵۸۴ء میں وہ پارلیمان کا ممبر ہو گیا۔ بیس برس کے قریب اس کی زندگی بہت مصروف گزری۔ اس درمیان میں اس نے قانون داں، ادیب اور مفکر کی حیثیت سے نام پیدا کر لیا۔ ۱۶۰۷ء میں جب کہ وہ سر فرانسس بیکن تھا

Francis Bacon ۲۲ Hygrometers ۲۱

اس کو سالسٹر جنرل[1] بنایا گیا۔ ۱۶۱۳ء میں وہ اٹارنی جنرل[2] مقرر ہوا اور ۱۶۱۶ء میں وہ انگلستان کا لارڈ چانسلر ہو گیا اور اس کو وائی کاونٹ سینٹ البنس کا خطاب عطا ہوا۔ اسی واسطے وہ لارڈ بیکن کے نام سے مشہور ہے۔ بہ حیثیت چانسلر اس پر رشوت ستانی کا الزام عائد کیا گیا۔ نتیجہ میں عہدہ سے علیحدہ ہونا پڑا، جرمانہ الگ دینا پڑا اور قید بھی بھگتی۔ لیکن معافی جلد حاصل ہو گئی اور اُسے بحال کر دیا گیا۔ ۹ر اپریل ۱۶۲۶ء کو اس نے وفات پائی۔

بیکن غیر معمولی قابلیت کا انسان تھا۔ اس نے دیکھا کہ علم انسانی میں اضافہ اور فطرت پر قدرت کلامی فلسفہ سے نہ حاصل ہو سکی اور ارسطو کی "آخری علتوں" سے سائنس میں کام چلتا نہیں اس لئے تجربے کے نئے طریقہ پر اس نے غور کرنا شروع کیا۔ چناں چہ اس سلسلے میں اس کی سب سے مشہور کتاب "نووم آرگینم"[3] (دستورِ نو) ہے جو ۱۶۲۰ء میں شائع ہوئی۔ اس میں اُس نے ایک راستہ مقرر کیا کہ اس پر چل کر فطرت پر قدرت حاصل کی جا سکتی ہے۔ چناں چہ وہ بتلاتا ہے کہ سائنس کا مطالعہ کس طرح کرنا چاہیئے۔ اس نے یہ رائے قائم کی کہ کوئی علم صحیح نہیں ہو سکتا جب تک کہ اس کی بنیاد تجربہ اور مشاہدے پر نہ رکھی جائے اور سائنس کے حاصل کرنے کا صحیح طریقہ یہ ہے کہ جب تک کسی بات کی نسبت کامل اطمینان و یقین نہ ہو جائے آگے نہ بڑھنا چاہیئے۔ اور کسی عام قاعدے سے اس وقت تک یقین و اطمینان حاصل نہیں ہوتا جب تک کہ تمام متعلقہ واقعات بیان میں آکر برت نہ لئے جائیں۔ مثلاً اگر کسی کو یہ سمجھنے کی ضرورت واقع ہو کہ حرارت کیا ہے اور کس طرح عمل کرتی ہے تو آفتاب

---

[1] Solicitor General [2] Attorney General

[3] Novum Organum

اور آگ کی حرارت کے متعلق صرف چند تجربات ہی پر اکتفا کر کے کوئی قاعدہ یا کلیہ نہ بنانا چاہیئے؛ بلکہ اس کے برعکس آفتاب کی دونوں قسم کی شعاعوں کے ساتھ تجربہ کرنا چاہیئے۔ ایک قسم کی تو وہ شعاعیں جو براہ راست آفتاب سے آتی ہیں، دوسری وہ جو منعکس ہوکر آتی ہیں۔ اسی طرح ٹوٹنے والے تاروں، بجلی، آتش فشاں پہاڑوں وغیرہ میں جو حرارت ہے اس پر بھی تجربے کرنے چاہئیں۔ اسی طرح گرم اور ٹھوس اشیاء کی حرارت پر، گرم چشموں کی حرارت پر، سمور اور اون کی طرح حرارت کو قائم رکھنے اور خارج نہ ہونے دینے والے اجسام کی حرارت پر، آگ کے سامنے رکھی ہوئی چیزوں کی حرارت پر، مالش یا رگڑ سے چیزوں میں پیدا شدہ حرارت پر، رگڑ سے نکلنے والی چنگاریوں کی حرارت پر، کیمیائی تغیرات کی حرارت پر، حیوانات کی حرارت پر، شراب سے پیدا شدہ حرارت پر، غرض کہ ہر ایسی حالت پر، جس میں حرارت کم و بیش ہوتی ہو، تجربے انجام دئے جائیں، حرارت کے اسباب اور حرارت کے اثرات کا مطالعہ کیا جائے تو حرارت کی ماہیت کچھ سمجھ میں آسکتی ہے۔ مختصر یہ کہ بیکن کے نزدیک سائنسی طریقہ یہ ہے کہ :-

"تمام ممکنہ واقعات جمع کئے جائیں، تمام ممکنہ مشاہدات لئے جائیں، تمام ممکنہ تجربے انجام دئے جائیں، پھر نتائج کو جمع کر کے قاعدے کے مطابق ترتیب دیا جائے (یہ قاعدے اس نے واضح طور پر بیان نہیں کئے) تو مظاہر کے درمیان علاقے واضح ہو جائیں گے۔ ان علاقوں کو بیان کرنے والے عام کلیے خود بخود واضح ہو جائیں گے۔

تنقید:- جو حضرات سائنسی ترقی کی تاریخ سے واقف نہیں ہیں وہ ایسا خیال کرتے ہیں کہ فرانسس بیکن اور اس کے "دستور نو" نے دنیا کو دوبارہ بیدار

گیا، ارسطو کے طبعی فلسفہ کو ختم کر دیا اور سائنس میں استقرائی طریقہ کو رواج دیا۔ چناں چہ لارڈ مکالے لکھتا ہی :۔

"دستورِ نو سائنس کے تمام علاقوں میں بہ یک وقت نافذ ہی۔ تمام ماضی، حال اور مستقبل پر حاوی ہی یعنی دو ہزار برس کی تمام غلطیوں پر، گزرتے ہوے زمانے کی تمام ہمت افزا علامتوں پر، اور آنے والے زمانے کی درخشاں اُمیدوں پر۔ غرض کہ بیکن نے ان ذہنوں میں حرکت پیدا کی جنھوں نے دنیا کو ہلا ڈالا"۔

لیکن یہ امر واقعہ ہی کہ بیکن سائنس کا آدمی تھا ہی نہیں۔ اس میں تجربہ سازی کا ملکہ ہی نہ تھا۔ اُس میں جبلت اتنی سائنسی نہ تھی کہ مشاہدے اور تجربے کی مدد سے فطرت کے راست مطالعہ کی تکمیل کرتا۔ فطرت میں مشاہدہ کرنے کے لئے مظاہر اتنی کثرت سے ہیں اور اتنے ممکنہ تجربے انجام دینے پڑتے ہیں کہ سائنس میں ترقی خالص بیکنی طریقے سے شاذ و نادر ہی ہوتی ہی۔ خود اہلِ سائنس نے بیکن پر سخت تنقیدیں کی ہیں، چناں چہ کیمیا دان جے۔ لیبگ[1] کہتا ہی :۔

"تجربوں سے بیکن کا مطلب وہ تجربے ہیں جو کوئی شخص یہ جانے بغیر انجام دیتا ہی کہ وہ کیا چاہتا ہی۔ وہ بغیر محرک کے مقابلہ کی کوششیں ہیں۔ اس لئے اُن کے نتائج بے غرض اور بے مقصد ہوتے ہیں۔ صحیح طریقہ، جیساکہ بیکن چاہتا ہی، متعدد صورتوں سے نشو و نما نہیں پاتا۔ بلکہ وہ صرف ایک ہی صورت سے ناشی ہوتا ہی۔ جب اس صورت کی توجیہ ہو جاتی ہی تو تمام مماثل صورتوں کی توجیہ ہو جاتی ہی۔ ہمارا طریقہ قدیم ارسطاطالیسی طریقہ ہی البتہ

---

[1] J. Liebig (۱۸۰۳ء — ۱۸۷۳ء) جرمن کیمیا دان۔

اب بنایت ہنرمندی اور تجربے کے ساتھ ہم اُسے کام میں لاتے ہیں۔ اِس کے طریقہ سے نتیجہ ہمیشہ صفر حاصل ہوتا ہے۔ اس طریقہ سے صداقت کا انکشاف کبھی نہیں ہو سکتا۔"

ایک دوسرا سائنس داں ای ماخ[1] کہتا ہے کہ "سوئفٹ[2] نے لگاڈو میں جو ایک اکادمی کا تذکرہ کیا ہے اور اس اکادمی میں قیاس کاروں کو دکھلایا ہے کہ بڑے بڑے انکشافات اور اختراعات محض لفظی اُلٹ پھیر سے حاصل ہو جاتے ہیں تو یہ دراصل بکین کی ہجو ہے۔ اور میرے نزدیک بے جا نہیں۔"

لاج[3]، مارگن[4] اور ڈارون[5] بھی ایسا ہی خیال کرتے ہیں۔

جان[6] اسٹوارٹ مل نے بکین کی طریقیات[7] پر نظرِ ثانی کی اور مفروضہ[8] کو صحیح مقام بخشا۔ لیکن بکین کی طرح مل نے بھی اطلاقی ریاضی اور قطعی پیمائش کی اہمیت کو پورے طور پر نہیں سمجھا۔ دونوں کے نزدیک ریاضیاتی طبیعیات کی کوئی جگہ نہ تھی۔ دونوں نے سائنسی تخیل کی کما حقہ قدر نہیں کی۔ اس کی اہمیت کو ٹنڈال[9] اور بعدہٗ ردتھرفورڈ[10] نے اچھی طرح واضح کیا۔

---

[1] E. Mach [2] Swift [3] Sir Oliver Lodge

[4] Augustus de Morgan [5] George Howard Darwin

[6] John Stuart Mill (۱۸۰۶ء — ۱۸۷۳ء) مشہور انگریز فلسفی۔

[7] Methodology [8] Hypothesis [9] Tyndal

[10] Rutherford

آٹھواں باب

طبیعیات سترھویں صدی میں

عہدِ نیوٹن

تمہید اب ہم جدید سائنس کے ابتدائی نشوونما کے اہم ترین زمانے تک پہنچ گئے ہیں۔ کیوں کہ نیوٹن کے عظیم الشان کارنامے نے گیلیلیو اور کیپلر کے کارناموں کو ایک کر دیا۔ مناسب ہوگا کہ سترھویں صدی کے وسط میں سائنس کی جو حالت یورپ میں تھی اس کا ایک خاکہ کھینچ دیا جائے۔

علم کلی سے متعلق روایتہً جو کینڈا چلا آرہا تھا وہ تربیت ذہنی کے لئے تو بہت موزوں تھا لیکن اب وہ زمانے کا ساتھ نہ دے رہا تھا۔ کوپرنیکس اور کیپلر کی تعلیمات نیز گیلیلیو، گلبرٹ اور ان کے متبعین کے ریاضیاتی اور تجرباتی طریقوں نے اس کو بہت کچھ ہلا دیا تھا۔ کوپرنیکس اور کیپلر کے نزدیک مظاہر فلکی میں ریاضیاتی سادگی بنیادی چیز تھی۔ گیلیلیو نے یہ ثابت کر دیا کہ ارضی حرکت میں بھی یہ سادگی تلاش کی جا سکتی ہے۔ گلبرٹ نے یہ دکھلایا تھا کہ تجربہ سے کس طرح کام لیا جاتا ہے۔ اشیا اور علل کی اضافت سے

اس کی توجیہ کی جاتی تھی کہ اجسام میں حرکت کیوں ہوتی ہے۔ اب اُن کی بجائے زماں، مکان اور قوت نے لے لی۔ ان مفہوموں کو سب سے پہلے واضح طور پہ پیش کیا گیا۔ ان کی تعریف کی گئی اور ان کو ریاضیاتی طور پہ استعمال کیا گیا تاکہ معلوم ہو سکے کہ اجسام کس طرح حرکت کرتے ہیں۔ اور پھر ان اجسام کی رفتاروں اور اُن کے اسراعوں کی پیمائش کی جا سکے۔

گیلیلیو نے تجربے سے یہ ثابت کر دیا تھا کہ کسی جسم کو حرکت میں رکھنے کے لئے کسی قوت کے مسلسل لگانے کی ضرورت نہیں ہے۔ ایک مرتبہ جسم کو حرکت دے دی جائے تو وہ حرکت کرتا ہی رہے گا۔ جس خاصیت کی بنا پر ایسا عمل میں آتا ہے اس کا تعلق جسم کے وزن سے ہوتا ہے۔ کمیت[۱] اور وزن میں جو فرق ہے اس کو گیلیلیو نے اچھی طرح واضح نہیں کیا، اگرچہ گرتے اجسام پر اس کے مشاہدات اس بارے میں کافی تھے۔ اب 'مادہ' اور 'حرکت' پیش پیش رہنے لگے۔ یہاں تک کہ اس خیال کے نقوش ابھرنے لگے کہ جس تغیر کو مادہ اور حرکت کی اضافت سے ریاضی کی اصطلاحوں میں بیان کیا جا سکتا ہے اس کی توجیہ میکانکی طور پر بھی ہو سکتی ہے۔ حرکیات میں اس نئے ریاضیاتی طریقہ کی طاقت کا اندازہ اس سے ہو سکتا ہے کہ ۱۶۷۳ء میں ہوگنس نے جاذبۂ زمین[۲]، رقاص[۳]، مرکز گریز قوت[۴] اور مرکز اہتزاز پر اپنی تحقیقات شائع کیں۔

جوہری نظریے کے عام خیالات کو گیلیلیو نے اختیار کر لیا تھا۔ گساندی[۵] نے اس کی تشریح اور توضیح کی۔ اس بنا پر فطرت کا مفہوم یہ قائم ہوا کہ اساسی طور پر وہ بہ حالت حرکت مادے پر مشتمل ہے۔ اس کا تحقق سب سے پہلے بڑے

---

۱ Mass   ۲ Gravity   ۳ Pendulum

۴ Centrifugal Force   ۵ Gassendi

پیمانہ پر حرکیات اور فلکیات کے مظاہر میں ہوا۔ گیلیلیو کی حرکیات کے لئے جوہری نظریہ ضروری نہ تھا۔ لیکن اس کی تحقیق نے جو ایک عام سائنسی نقطۂ نظر پیدا کر دیا اس میں یہ نظریہ ٹھیک بیٹھتا تھا۔

سترھویں صدی میں ایک اور مفہوم جلوہ گر ہوا۔ یہ بین سیاری اثیر[1] کا مفہوم تھا۔ کیپلر نے اس کی مدد چاہی تاکہ توجیہ کر سکے کہ سورج کس طرح سیاروں کو حرکت میں رکھتا ہے۔ دیکارٹ[2] کو اس میں ایک لطیف سیال یا ہیولیٰ نظر آیا، جس سے اس کی فلکی مشین کے حلقیزے[3] بنتے تھے۔ اور اس طرح وزن اور دیگر خواص کی گنجائش نکل آتی تھی جو محض امتداد[4] سے حاصل نہ ہو سکتے تھے گلبرٹ نے اسی اثیر سے کام لے کر مقناطیسی جذب کی توجیہ کی۔

جالینوس نے ارواحِ نفسیہ یا اثیریہ کا مفہوم پیش کیا تھا تاکہ وجود کی نوعیت کی توجیہ کی جا سکے۔ اثیر کا جدید مفہوم اس قدیم مفہوم سے ملتا جلتا تھا مادہ اور روح میں کوئی حد واضح نہ تھی۔ نفس انسانی اور روح حیوانی وغیرہ کو ابھی تک نفحہ یا بخار سمجھا جاتا تھا۔ اور یہ چیزیں ہمارے لئے مادی ہیں۔ مادے اور روح کی وحدت قائم رکھی گئی۔ البتہ دیکارٹ اس میں شریک نہ تھا۔ سب سے پہلے اس نے اس بات کو محسوس کیا کہ مکان میں ممتد مادّے اور نفسِ مُفکّر کے درمیان ایک بنیادی فرق ہے۔

اس زمانے کے خیالات کی مثال گلبرٹ میں ملتی ہے۔ اس کے نزدیک مقناطیسی قوّتیں ایسے ذرات کا نتیجہ ہیں جو اجسام کو مقناطیس تک کھینچ لیتے ہیں۔ جاذبہ کی نوعیت بھی کچھ ایسی ہی تھی۔ پس ہر جسم کے اندر ایک "روح"

---

[1] Interplanatory aether [2] Descartes
[3] Vortices

ہے جو فضا میں پھیلتی ہے اور تمام اجسام کو اپنی طرف کھینچتی ہے۔

یہاں پر یہ بات بھی ذہن میں رکھنا چاہیئے کہ سترھویں صدی کے وسط میں تقریباً تمام اہل سائنس اور تمام اہل فلسفہ عیسوی مذہب کے نقطۂ نظر سے دنیا کو دیکھتے تھے۔ مذہب اور سائنس میں مناقشہ تو بعد کی بات ہے۔ چناں چہ گساندی نے جوہریت کو دوبارہ زندہ کرنے میں اس بات کا خیال رکھا کہ قدما نے اس میں دہریت کا جو رنگ دے رکھا تھا اس سے پہلو بچایا جائے۔ دیکارت کے مخالفین اس پر یہ الزام لگاتے تھے کہ اُس نے کائناتی مشین اس انداز سے تجویز کی ہے کہ اس میں قدرت کے دخل کی گنجائش ہی نہیں رہی۔ حالاں کہ اس کا خیال یہ تھا کہ فطرت کے ریاضیاتی کلیے خدا نے قائم کئے ہیں اور اس تک عالمِ خیال کے ذریعہ پہنچا جا سکتا ہے۔ غرض کہ بہ حیثیت مجموعی یہ کہا جا سکتا ہے کہ اس زمانے میں یورپ کا بنیادی مذہبی عقیدہ تمام اہل تحقیق کے نزدیک مسلّم تھا یہاں تک کہ کائنات کا جو نظریہ بھی وہ قائم کرتے تھے اس عقیدے سے اس کی مطابقت شرطِ اولین ہوتی تھی۔

یہاں تک تو مختصر خاکہ، اُن افکار و خیالات کا جو اس زمانے میں رائج تھے ہم نے بطور پس منظر کے پیش کر دیا ہے لیکن ساتھ ہی یورپ کے مختلف ملکوں کے حالات کا اندازہ بھی خالی از دلچسپی نہ ہوگا۔ چناں چہ سب سے پہلے ہم جرمنی کو لیتے ہیں۔ اصلاح و احیا کے اثرات سائنس کی ترقی پر اچھے رہے۔ لیکن تیس سالہ جنگ (۱۶۱۸ءتا ۱۶۴۸ء) کے دوران میں اور اس کے بعد شہری اور مذہبی جھگڑے اُٹھ کھڑے ہوئے اور سیاسی حیثیت سے چھوٹی مملکتوں کا ایک وفاق بن گیا۔ نتیجہ یہ ہوا کہ جرمنی میں گویا سائنس کا گلا گھونٹ دیا گیا۔

اب فرانس پر نظر ڈالیں تو معلوم ہوتا ہے کہ فرانس کے تخت پر ہنری چہارم متمکن ہے۔ اس نے ۱۵۹۸ء میں ایک فرمان نافذ کیا تھا جس کی رو سے مذہبی نزاعیں کم ہوگئیں۔ اس لئے فرانسیسی ذہن کو جولانیاں دکھلانے کا موقع ملا۔ پس جب کہ جرمنی میں سائنس کی کلیاں مرجھا رہی تھیں فرانس میں وہ چٹک رہی تھیں۔

اطالیہ میں گیلیلیو پر جو کچھ گزری اس کو دیکھ کر بہتوں کے پتے پانی ہوگئے رہا انگلستان تو یہاں مذہبی جھگڑے کبھی زیادہ بڑھنے نہ پائے۔ نتیجہ یہ ہوا کہ گلبرٹ کے بعد غیر معمولی سائنسی مصروفیت نظر آنے لگی۔

اب ہم طبیعیات کی مختلف شاخوں کے نشو و نما کو حسب دستور بیان کریں گے۔

سائنسی ادارے

اس صدی میں جو نئے رجحانات پیدا ہوگئے تھے اور ایک نیا علم جو قائم ہوتا جا رہا تھا اس کی مخالفت ارسطو پرستوں کی طرف سے کافی ہوتی رہی اور عرصہ تک ہوتی رہی۔ لیکن کسی نہ کسی طرح اس علم نے بعض جامعات میں جگہ حاصل کر لی تھی۔ اس کا ایک نتیجہ یہ ہوا کہ فلسفۂ طبعی (اس زمانے میں جملہ سائنسی علوم کی تعلیم اسی نام سے ہوتی تھی) کی طرف لوگ بکثرت رجوع ہونے لگے۔ اس کی علامت یہ تھی کہ سائنسی ادارے سوسائٹی یا اکاڈمی کے نام سے قائم ہونے لگے۔ ان میں وہ لوگ شامل ہوتے تھے جو ان نئے علوم پر بحث و مباحثہ کرتے تھے اور ان کی ترقی میں کوشاں رہتے تھے۔ اس قسم کی سب سے پہلی

Universities al

سوسائٹی ۱۵۶۰ء میں اطالیہ کے شہر نیپلس[1] میں اکاڈیمیا سکریتورم ناتوری (اکاڈمی رازِ فطرت) کے نام سے قائم ہوئی۔ ۱۶۰۳ء سے ۱۶۳۰ء تک روما میں پہلی اکاڈیمی بنام اکاڈیمیا ڈائی لنچائی[2] قائم رہی۔ گیلیلیو بھی اس میں شامل تھا۔ ۱۶۵۱ء میں میڈیچی[3] نے فلارنس میں اکادیمیا دِل سمنٹو قائم کی۔ انگلستان میں ۱۶۴۵ء میں فلسفی یا غیر مرئی کالج کے نام سے ایک سوسائٹی کے جلسے گریشم کالج یا لندن کے کسی اور مقام پر ہوتے رہے ۱۶۴۸ء میں خانہ جنگی کی وجہ سے اس کے اکثر اراکین آکسفورڈ چلے گئے لیکن ۱۲ برس بعد ۱۶۶۰ء میں پھر لندن میں اس کے جلسے ہونے لگے۔ ۱۶۶۲ء میں چارلس دوم نے شاہی فرمان سے اس کو رایل سوسائٹی آف لندن میں تبدیل کر دیا۔ یہ سوسائٹی آج تک قائم ہے اور اس کی رکنیت بہت بڑا اعزاز سمجھی جاتی ہے۔ اسی زمانہ سے علوم طبیعیہ یا آج کل کی وسیع اصطلاح میں سائنس کی ترقی اس سوسائٹی کا مقصد رہا ہے۔

فرانس میں لوئی چہار دہم[4] نے ۱۶۶۶ء میں رایل سوسائٹی کے مماثل اکاڈیمی دے سیانس[5] قائم کی۔ پھر اس قسم کے ادارے دوسرے ملکوں میں بھی قائم ہو گئے۔

ان اداروں سے کافی فائدہ پہنچا۔ ایک طرف تو یہ ہوا کہ سائنسی مباحث کے کافی مواقع بہم پہنچے، سائنسی رائے یک جا ہو سکی، تو دوسری طرف ان اداروں کے اراکین نے جو تحقیقات کی تھیں وہ منظر عام پر

---

[1] Naples	[2] Accademia Secretorum Naturae
[3] Accademia dei Lincei	[4] Medici
[5] Louis	[6] Academie des Sciences

آسکیں۔ پھر ان میں سے بعض اداروں نے موقتی رسالے شائع کرنا شروع کئے۔ یہ سب باتیں سائنس کی ترقی میں بہت مفید ثابت ہوئیں بلکہ باعث ہوئیں۔ قدیم ترین رسالہ "ژورنال دے ساوان"[1] پیرس میں ۱۶۶۵ء میں شائع ہوا تھا۔ تین مہینے بعد رائل سوسائٹی کی طرف سے "فلاسفیکل ٹرانزیکشنس آف دی رائل سوسائٹی" کے نام سے رسالہ نکلا۔ یہ پہلے سوسائٹی کے معتمد کی ذاتی ملکیت تھا۔ کچھ زیادہ عرصہ نہ گزرا کہ اور بہت سے ایسے رسالے نکلنے لگے۔

میکانیات۔ حرکت کے کلیے

ہم دیکھ چکے ہیں کہ گیلیلیو نے پہلے اور دوسرے کلیے اچھی طرح سے دریافت کرلئے تھے۔ بعد میں دیکارت نے بھی اس موضوع پر کچھ لکھا۔

دی کارت

اس شخص کا پورا نام رینے دی کارت[2] تھا۔ فرانس کا رہنے والا تھا۔ اور ایسے خاندان سے تعلق رکھتا تھا جس کو اپنی نجابت اور شرافت پر بہت فخر تھا حتیٰ کہ غیر کفو میں شادی اس خاندان کے نزدیک گناہ کا درجہ رکھتی تھی۔ کسی ذہین اور فطین شخص کے لئے خوش حالی میں پیدا ہونا ہمیشہ فائدہ مند نہیں ہوتا۔ کام کاج چوں کہ کوئی محرک نہیں ہوتا اس لئے ایسا شخص اعلیٰ علوم و فنون کا شائق ہوجاتا ہے۔ دی کارت زندگی کو ایک کھیل سمجھتا رہا۔ لیکن ۲۴ سال کی عمر میں اس کے ذہن میں ایک جدید اور طاقتور ریاضیاتی طریقہ کے نقوش اولیں قائم ہوئے۔ چناں چہ اس نے اپنے پیرس کے ساتھیوں کو چھوڑا اور ولندیز[3] چلا گیا۔ چند برس تو سفر اور سپہ گری میں گزارے بعد میں کام

Philosophical Translation of the Royal Society[1] Journal des Savants[1]

Holland[3] Rene Descartes[2] Holland[3]

کرنے کی غرض سے وہ ایک جگہ جم گیا۔ طبیعت میں سہل انگاری تو تھی لیکن چوں کہ فکر معاش نہ تھی اس لئے جتنا کام وہ ایک گھنٹہ میں کرتا تھا اتنا دوسرے تین گھنٹوں میں بھی نہ کر سکتے تھے۔

دی کارت ۱۵۹۶ء میں ۳۱ مارچ کو بہ مقام تورین[1] پیدا ہوا یسوعی[2] معلموں نے اس کو تعلیم دی لیکن ان کے عقائد اس نے کبھی تسلیم نہ کئے ۱۶۲۸ء میں وہ ولندیز میں سکونت پذیر ہو گیا اور ۱۶۴۹ء میں وہ اسٹاک ہولم[3] گیا جہاں اس نے سویڈن[4] کی ملکہ کرسٹنا[5] کی ملازمت اختیار کر لی۔ لیکن اس ملازمت میں زیادہ عرصہ نہیں رہنے پایا کہ یکم فروری ۱۶۵۰ء کو اس کا انتقال ہو گیا۔

دی کارت کا فلسفہ کارتیسی[6] فلسفہ کہلاتا ہے۔ دی کارت کا شمار دنیا کے بڑے مفکرین میں ہوتا ہے۔ اس کے فلسفہ کی بنیاد اس کے اس مقولے پر ہے کہ "میں فکر کرتا ہوں اس لئے میں ہوں"۔ ریاضی میں بھی اس کا پایہ بہت بلند ہے اور اس کو ہندسہ تحلیلی[7] کا بانی سمجھا جاتا ہے۔

دی کارت نے بتلایا کہ فلسفہ میں جن خیالات اور تصورات کو قبول عام حاصل ہے اُن میں سے اکثر کی بنیاد ایسے مفروضوں پر ہے جن کی تصدیق نہیں کی گئی۔ اس بنا پر اس نے فکر پیشین سے گویا روگردانی کی اور ایک جدید فلسفے[8] کی بنیاد ڈالی، جس کی بنیاد اس نے اپنے نزدیک انسانی شعور اور تجربے پر رکھی۔ اس میں اُس نے خدا کے ذہنی ادراک یا معرفت سے لے کر

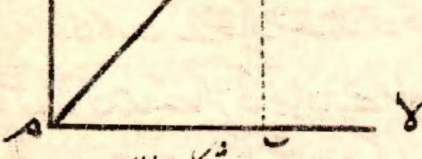
---

[1] Tonraine　[2] Jesuits　[3] Stockholm
[4] Sweden　[5] Christina　[6] Cartesian
[7] Analytical Geometry　[8] Philosophy

عالم طبیعی میں مشاہدے اور تجربے کے تمام مسائل شامل کر دئے۔ جبر و مقابلہ کے طرز پر ہندسہ اور حساب کے طریقوں کو وہ دوسری سائنسوں کے لئے قابل تقلید نمونہ سمجھتا تھا۔

ریاضی میں ہندسہ تحلیلی سے مطلب یہ ہو کہ ہندسہ پر جبر و مقابلہ کے قاعدے عائد کئے جائیں۔ اس سے قبل ہر مسئلہ کو علاحدہ علاحدہ حل کیا جاتا تھا۔ اب ایک ایسا عام طریقہ حاصل ہو گیا جس سے یہ علاحدگی باقی نہیں رہی۔

ہندسہ تحلیلی کی بنیاد جس اصول پر ہو اس کا سمجھنا آسان ہو۔ ہم یہاں مختصراً اس کا ذکر کرتے ہیں۔ فرض کرو کہ دو خطوط مستقیم م لا اور م ما ہیں جو ایک دوسرے کے علی القوائم ہیں اور ایک مشترک نقطے م پر ملتے ہیں جس کو مبدء[1] کہتے ہیں۔ (شکل ۱۲) ان خطوط کو محور[2] قرار دے کر ان سے پھر ان کے مستوی[3] میں کسی نقطہ کے محل کے تعین کا کام لیا جا سکتا ہو۔ چناں چہ ایک محور پر فاصلہ م ن = لا اور دوسرے محور پر پ ن = ما لیا جائے تو نقطہ پ



شکل ۱۲

کا تعین ہو جاتا ہو۔ دونوں فاصلوں لا، ما کو نقطے کے محدد[4] کہتے ہیں۔ لا اور ما میں مختلف علاقے شکل کے مستوی میں مختلف منحنیوں[5] کو بیان کرتے ہیں۔ چناں چہ اگر ما اتنا ہی بڑھے جتنا کہ لا بڑھتا ہو تو کہتے ہیں کہ ما متناسب

---

[1] Origin [2] Axis [3] Plane [4] Coordinates
[5] Curves

ہے لا کے۔ پس اگر ما مساوی ہو لا مضروب ایک مستقل[1] کے تو ہم کو شکل میں ایک خط مستقیم ملے گا۔ اگر ما مساوی ہو لا² مضروب ایک مستقل کے تو ہم کو ایک منحنی ملے گا جس کو قطع[2] مکافی یا شلجمی خط کہتے ہیں۔ اور اسی طرح ایسی مساواتوں پر عمل جبر و مقابلہ کے طریقے سے کئے جا سکتے ہیں اور ان کی تعبیر ہندسی طریقہ پر کی جا سکتی ہے۔ اس طریقے سے ایسے بہت سے طبیعی مسائل جو لاینحل سمجھے جاتے تھے حل ہو گئے۔ نیوٹن نے بھی دی کارت کے اس طریقہ کا اچھی طرح مطالعہ کیا تھا اور وہ اس سے بہت متاثر تھا۔

دی کارت یہ سمجھتا تھا کہ طبیعیات کو میکانیات میں تحویل کیا جا سکتا ہے یہاں تک کہ وہ جسم انسانی کو بھی ایک مشین ہی سمجھتا تھا۔ حرکت سے متعلق پہلا کلیہ دی کارت نے ۱۶۴۴ء میں بیان کیا۔ اس کا دعویٰ باعتبار بیان کے بہتر تھا۔ لیکن اس نے تیسرا کلیہ جو بیان کیا وہ اصلاً غلط تھا۔ تصادم یا ٹکر کے مسائل کو گیلیلیو بھی اچھی طرح نہیں سمجھتا تھا۔ دی کارت نے بھی ان کو غلط بیان کیا ہے۔ حرکت کے تینوں کلیے موجودہ شکل میں سب سے پہلے نیوٹن نے بیان کئے تھے۔

دی کارت کے کارنامے ہندسہ اور فلسفہ میں بہ مقابلہ طبیعیات کے کہیں زیادہ بہتر ہیں۔ اس کا میدان در اصل مابعد الطبیعیات تھا۔ اس میں تجربہ سازی اور تجربہ کاری زیادہ نہ تھی۔ باوجود اس کے اخذ کردہ نتائج پر بہت بھروسہ کرتا تھا اور یہ امر نظر انداز کر جاتا تھا کہ اس کے آخری نتائج اور حقیقی واقعات میں تناقض بھی ہو سکتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ گیلیلیو کی صحیح قدر نہ کر سکا بلکہ اس پر سخت تنقید کرتا ہے۔ چناں چہ ایک جگہ دی کارت لکھتا ہے۔

---

[1] Constant   [2] Parabola

"فطرت کی علّت اولیٰ کا لحاظ کئے بغیر گیلیلیو نے اس بات کی کوشش کی کہ چند مختص اثرات کے اسباب تلاش کرے۔ اس طرح اس کی تعمیر بے بنیاد ہے" دوسری جگہ کہتا ہے۔ "خلا میں گرتے اجسام کی رفتار کے متعلق گیلیلیو نے جو کچھ کہا ہے اس کی کوئی بنیاد نہیں۔ اس کو بتانا چاہیئے تھا کہ جاذبہ کیا ہے اور یہ بھی بتاتا کہ اسے اس کی نوعیت کا علم ہے۔ اس وقت اس کو معلوم ہوتا کہ خالی فضا میں کچھ بھی نہیں ہے" ایک جگہ تو یہاں تک کہہ گیا ہے کہ "گیلیلیو کی کتابوں میں مجھے کوئی ایسی بات نظر نہیں آتی جس پر میں رشک کروں اور نہ کوئی ایسی بات ہے جس کو اپنی طرف منسوب کرنے کے لئے میں تیار ہوں" مگر حقیقت یہ ہے کہ دی کارت اسراع کا صحیح مفہوم نہ سمجھتا تھا۔ اس نے ایسی خطائیں کی ہیں جن سے گیلیلیو محفوظ رہا۔

کارٹیسوں اور لائبنیزلوں کا تنازعہ اس زمانے میں جسم متحرک کی قوت موثرہ کی پیمائش کے سلسلے میں ایک عجیب وغریب تنازعہ پیدا ہوگیا جو کوئی نصف صدی تک جاری رہا۔ ایک طرف دی کارت اور اس کے متبعین تھے اور دوسری طرف لائبنیز اور اس کے پیرو تھے۔

گاٹ فریڈ[1] ولہلم لائبنیز ایک جرمن فاضل تھا جو ۲۱ جولائی ۱۶۴۶ء کو بمقام لائپزش[2] پیدا ہوا۔ کچھ دنوں وہ پیرس میں رہا اور لندن کا بھی سفر کیا۔ ابتداءً قانون کی تعلیم حاصل کی لیکن بعد میں ریاضی کی خاطر اس کو ترک کردیا۔ چناں چہ اس نے احصا[3] کا ایک نیا طریقہ نکالا جس کی بناء پر نیوٹن

---

[1] Gottfried Wilhelm Leibnitz [2] Leipzig

[3] Calculus

سے اُس کا جھگڑا چلا۔ اس نے ایک شمار گر مشین بھی ایجاد کی تھی۔

۱۶۷۶ء میں ہینوور کے ڈیوک آف برنسوک کے یہاں لائبنیز کتاب خانے کا مہتمم ہوگیا۔ پورے خاندان کا اعتماد اپنے ذاتی اوصاف کی بدولت حاصل کرلیا۔ ۱۷۰۰ء میں اس نے پروشیا کے شاہ فریڈرک اول کو اس بات پہ آمادہ کرلیا کہ برلن کی اکادمی آف سائنس کی بنیاد ڈالے۔ چناں چہ لائبنیز اس کا صدر بنایا گیا۔ ۱۴ر نومبر ۱۷۱۶ء کو بہ مقام ہینوور اس نے انتقال کیا۔

تنازعہ یہ تھا کہ ڈی کارت قوّت متاثرہ کو رفتار کے متناسب مانتا تھا لیکن لائبنیز کہتا تھا کہ وہ رفتار کے مربع کے متناسب ہے۔ اس تنازعہ کا تصفیہ بالآخر ۱۷۴۳ء میں اپنی کتاب "حرکت" میں ڈالمبر نے کیا معلوم ہوا کہ تنازعہ محض لفظی تھا۔ دونوں نظریے صحیح ہیں جسم متحرک کی قوت موثرہ رفتار کے متناسب ہوتی ہے اگر ہم وقت کا لحاظ کریں۔ ایک جسم اگر انتصاباً اوپر کی جانب دُگنی رفتار سے پھینکا جائے تو وہ دُگنی مدت تک اوپر رہتا ہے لیکن اگر ہم فاصلہ کا لحاظ کریں تو قوّت موثرہ رفتار کے مربع کے متناسب ہوتی ہے۔ اوپر کی طرف جسم دُگنی رفتار سے پھینکا جائے تو وہ چار گنا فاصلہ چڑھے گا۔ وقت کا لحاظ کرنے سے جو مقدار حاصل ہوتی ہے اس کو ڈی کارت نے "مقدار حرکت" کہا (آج کل "معیار حرکت" کہتے ہیں) یہ مقدار جسم کی کمیت 'ک' اور رفتار 'ر' کا حاصل ضرب یعنی ک ر ہوتی ہے۔ اس کی بناء پر قوت کا خیال بنیادی مفہوم بن جاتا ہے۔ فاصلہ کا لحاظ کرنے سے ایک مقدار حاصل ہوتی ہے جس کو 'کام' کہتے ہیں اور جو قوّت 'ق' اور طے کردہ فاصلہ 'ف' کا

ھ۱ Calculating Machine ھ۲ D' Alembert

ھ۳ Momentum

حاصل ضرب ق ف ہوتا ہے۔ اس نقطۂ نظر سے کام بنیادی مفہوم بن جاتا ہے۔ پہلے مفہوم کی بناء پر بنیادی مساوات ق د = ک ر قرار پائی ہے اور دوسرا مفہوم بنیادی مساوات ق ف = ½ ک ر² کو قرار دیتا ہے۔ کارتیسی کہتے تھے کہ کام ماخوذ مفہوم ہے اور لائبنیز ی کہتے تھے کہ قوّت ماخوذ مفہوم ہے۔ کارتیسی نقطۂ نظر کی پیروی نیوٹن نے کی اور آج کل بھی اسی کی پیروی میں قوّت، کمیت، معیارحرکت کو اصلی مفہوم کا درجہ دیا جاتا ہے۔ لائبنیز والوں کے نزدیک یہ درجہ کام، کمیت اور توانائی کو حاصل ہے۔ بعض جدید مفکر اس طرف مائل ہیں کہ توانائی[1] بالفعل ایک خارجی حقیقت ہے لیکن قوّت کا وجود خارجی نہیں۔ اگر یہ خیال صحیح ہے تو پھر لائبنیزی طریقہ ہی زیادہ فلسفیانہ معلوم ہوتا ہے۔

وزن اور کمیت میں امتیاز

یہ عجیب بات ہے کہ علم حیل یا میکانیات میں جو باتیں ایک مبتدی کی سمجھ میں مشکل سے آتی ہیں وہ وہی ہیں جو سائنس کے نشو و نما میں بہ دقت قابو میں آئیں۔ مثلاً قوّت اور توانائی کا فرق ہے یا کمیت کا مفہوم ہے۔ شروع میں تو کمیت کا مفہوم واضح نہ تھا، چناں چہ گیلیلیو، دی کارت اور لائبنیز وغیرہ سب وزن اور کمیت کو ایک ہی معنے میں استعمال کرتے تھے۔ یہ تو کہیں ۱۶۷۱ء میں جاکر واضح ہوا کہ ان دونوں میں فرق ہے۔ کیوں کہ اس زمانے میں یہ انکشاف ہو چکا تھا کہ زمین کی سطح کے مختلف مقامات پر جاذبہ کی وجہ سے مختلف اسراع ایک ہی جسم میں پیدا ہو سکتے ہیں۔ جب ژاں[2] ریشر نے ۱۶۷۰ء میں پیرس سے کاین واقع فرانسیسی گاینا کا سفر فلکی مشاہدات حاصل

---

[1] Kinetic Energy [2] Jean Richer

کے لئے کیا تو معلوم ہوا کہ لنگر دار گھڑی جو پیرس میں صحیح وقت بتلاتی تھی اب کوئی ڈھائی منٹ اوسط شمسی وقت سے پیچھے رہنے لگی۔ چناں چہ لنگر کو چھوٹا کر دیا گیا لیکن پیرس میں واپسی پر معلوم ہوا کہ لنگر بہت چھوٹا ہو گیا ہے۔ اس امتیاز کو درحقیقت نیوٹن نے واضح کیا۔ اس نے بتلایا کہ کسی ایک مقام پر کمیت اور وزن ایک دوسرے کے متناسب ہوتے ہیں ، امر بدیہی نہیں ہے۔ نیوٹن کو اُسے ثابت کرنا پڑا۔ چناں چہ وہ لکھتا ہے کہ "نہایت صحت کے ساتھ تجربے انجام دے کر میں نے ہمیشہ یہ پایا ہے کہ اجسام کے اندر مقدار مادہ اُن کے وزن کے متناسب ہوتی ہے۔"

دی کارت کے حلقینرے[۱]

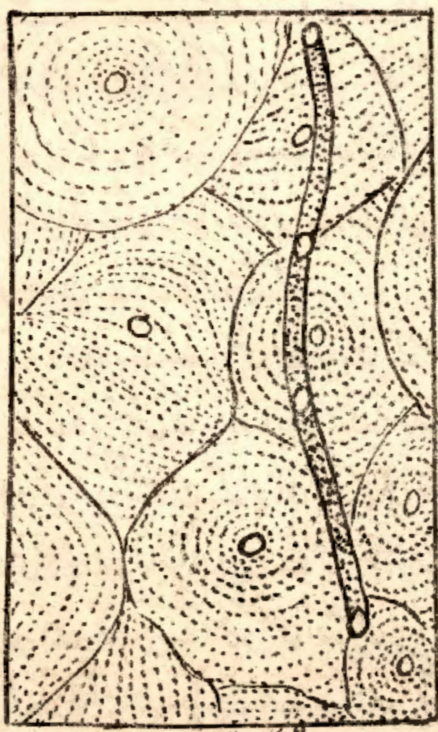
نیوٹن کے کلیۂ تجاذب کے ذکر سے پہلے مناسب معلوم ہوتا ہے کہ دی کارت کے حلقینرائی نظریہ کا کچھ ذکر کر دیا جائے۔ نظام بطلیموسی برخاست ہو چکا تھا اور کیپلر یہ واضح کر چکا تھا کہ سیارے "کس طرح" حرکت کرتے ہیں۔ لیکن یہ سوال پھر بھی باقی رہ گیا کہ سیاروں کو اپنے مداروں پر کون سی چیز برقرار رکھتی ہے۔ دی کارت نے اس کا حل پیش کیا۔

دی کارت نے ارضی میکانیات کے معلومہ اصولوں کو فلکی مظاہر پر عائد کرنے کی کوشش کی۔ اور باوجود اپنی فلسفیانہ حیثیت کے اسی نے اپنے نظریہ کی بنیاد نقیضین کے یونانی اور کلامی خیالات پر رکھی۔ اس نے عالم مادی کا موازنہ عالم ارواح سے کیا۔ ارواح میں تشخیص ہے اور وہ غیر مسلسل ہیں۔ اس لئے مادے کو غیر تشخصی اور مسلسل ہونا چاہیئے۔ اس لئے کائنات طبعی کو "ملاء[۲]" ہونا چاہیئے جس میں کہیں "خلا[۳]" کو دخل نہیں۔ ایسی کائنات

---

[۱] Vortices [۲] Plenum [۳] Vacuum

میں حرکت جسموں کے تماس سے ہی پیدا ہو سکتی ہے اور صرف بند مداروں میں ہو سکتی ہے۔ بالفاظ دیگر تمام فضا ایسے سیال یا اثیر سے بھری ہوئی ہے جس کے حصے ایک دوسرے پر عمل کرتے ہیں اور دائری حرکت پیدا کرتے ہیں۔ یہ سیال غیر مرئی ہے۔ جس طرح ایک تنکا پانی پر تیرتا ہو بھنور میں آجاتا ہے تو مرکز حرکت کی طرف کھنچتا ہے اسی طرح ایک گرتا ہوا پتھر زمین کی طرف کھنچتا ہے اور ایک تابع[1] اپنے سیارے کی طرف۔ زمین اور سیارے اپنے اپنے حلقینروں کے ساتھ سورج کے گرد ایک بڑے حلقینرے میں چکر لگاتے ہیں۔ ہر سیارہ گویا ایک حلقینرے کا مرکز ہے جس سے جاذبہ کے مظاہر پیدا ہوتے ہیں۔ اور چھوٹے چھوٹے حلقینرے ایک جسم کے مختلف حصوں میں اتصال پیدا کرتے ہیں۔ شکل ۱۳ میں حلقینروں کا وہ نقشہ دکھایا گیا ہے جو ڈی کارٹ نے اپنی کتاب "اصول فلسفہ" میں ۱۶۴۴ء میں درج کیا ہے۔



شکل ۱۳

یہ نظریہ انگلستان اور یورپ کی تمام جامعات میں شریک تعلیم تھا۔ نیوٹن کو بھی اسی نظریہ کی تعلیم دی گئی تھی۔ اسی وجہ سے اس نظریہ میں دلچسپی زیادہ ہو گئی

---

[1] Satellite

۱۶۷۱ء میں ژاکؔ روہول نے کتاب الطبیعیات لکھی۔ جو فرانس، انگلستان اور امریکہ میں زیر درس رہی۔ لاطینی میں اس کا ترجمہ لندن سے ۱۶۹۷ء، ۱۷۰۲ء اور ۱۷۱۰ء میں شایع ہوا۔ اس کا انگریزی ترجمہ ۱۷۳۰ء میں شائع ہوا یعنی نیوٹن کی وفات سے تین برس بعد۔ لاطینی ترجمہ سیموئلؔ کلارک نے کیا تھا۔ ۱۷۰۲ء اور ۱۷۱۰ء والے اڈیشنوں میں کلارک کا بھی حاشیہ تھا جس میں اس نے کارتیسی نظام کی غلطیاں واضح کی تھیں۔ ایک حاشیہ میں نیوٹن کی کتاب سے بھی ایک طویل اقتباس تھا جس میں حلقیزائی نظریہ کی تردید تھی۔ اس زمانے کے برطانوی جامعات میں جو معلم تھے وہ نیوٹن کی سائنس سے اچھی طرح واقف نہ تھے اس لئے کارتیسی عقائد ہی کے پیرو تھے۔ کلارک کا ترجمہ مقبول عام تھا یعنی کارتیسی اور نیوٹنی دونوں حلقوں میں مقبول تھا۔ ۱۷۴۳ء تک یہ ترجمہ ییل کالج میں زیر استعمال تھا۔ اٹھارھویں صدی کے وسط تک فرانس میں کارتیسی نظریہ قائم رہا۔

دی کارت کے نظریے کو بطلیموسی یا کوپرنکی نظریوں کی طرح بڑے نظریوں میں شمار نہیں کیا جا سکتا۔ کیپلر کے کلیوں سے تطبیق دینے کی دی کارت نے کوئی کوشش نہیں کی۔ اور حقیقت یہ ہے کہ کسی ایک منظر کی تشفی بخش توجیہ اس نظریہ سے نہ ہوتی تھی۔ اور نہ اس نظریے کی بدولت نئے حقائق کا انکشاف ہوا۔ بایں ہمہ اس نے حرکت سیارگان کے اسباب میکانکی تبلائے۔ اِسی وجہ سے اس کو فلسفیانہ اہمیت حاصل ہے۔ اس کے عام خط وخال بہ آسانی سمجھ میں آجاتے ہیں کیوں کہ پانی کے بھنور کی مثال ذہن کے سامنے فوراً ایک نقشہ پیش کر دیتی ہے۔

لے Jaques Rohault ؎ Samuel Clark

نیوٹن



سر ائزک نیوٹن
موجد مسئلہ کشش تجاذب

ابتدائی زندگی اوپر ہم نے اس سائنسی ماحول کا تذکرہ کیا ہے جس نے گ[ ]یا نیوٹن کو پیدا کیا۔ یہاں ہم اس ز[ ]انے کے انگلستان کی سیاسی حالت کا خاکہ بھی پیش کرنا چاہتے ہیں تاکہ پورا ماحول پیش نظر ہو جائے۔

اگست ۱۶۴۲ء میں انگلستان کے بادشاہ چارلس اول[۱] کے خلاف اس کی پارلیمان[۲] نے علم بغاوت بلند کر دیا تھا۔ کوئی بیس سال تک یہ خانہ جنگی جاری رہی۔ بادشاہ کو مکمل شکست ہوئی اور اُسے سولی پر چڑھا دیا گیا۔ لیکن کچھ عرصہ بعد بادشاہ کے بیٹے چارلس دوم نے اقتدار حاصل کر کے پارلیمان کو دبا دیا اور دوبارہ شاہی قائم کر دی۔ ظاہر ہے کہ اہل برطانیہ کے لئے یہ سارا زمانہ سیاسی اور اقتصادی دشواریوں کا تھا۔ امن و امان مفقود تھا۔ لوگوں کے دماغوں پر سیاسی خانہ جنگی ہی مسلط تھی۔

ایسے بد امنی اور بے اطمینانی کے زمانے میں موضع وولستھارپ[۳] متصل گرینتھم[۴] ضلع لنکاشائر[۵] واقع انگلستان میں ۲۵ دسمبر ۱۶۴۲ء کو نیوٹن

---

۱ Charles I　۲ Parliament　۳ Wools-thorpe　۴ Grantham　۵ Lincolnshire

پیدا ہوا جس کا پورا نام اسحاق نیوٹن[1] رکھا گیا۔ والدین کوئی ممتاز حیثیت نہ رکھتے تھے۔ اگرچہ ان کو بالکل غریب بھی نہیں کہا جا سکتا تاہم وہ امیر بھی نہ تھے۔ باپ کے پاس ایک معمولی سی جاگیر تھی جو کل ۱۲۰ ایکڑ تھی۔ اس کی ماں ہنا آئیسکف[2] اپنی شادی سے چند ماہ بعد اور اپنے یتیم اور اکلوتے فرزند کی پیدائش سے چند ماہ قبل بیوہ ہو چکی تھی۔

یہ صدمہ ماں کے لئے ناقابل برداشت ثابت ہوا، چناں چہ صحت ایسی بگڑی کہ نیوٹن نہ صرف قبل از وقت پیدا ہوا بلکہ بہت کمزور اور بیمار پیدا ہوا۔ جس کمرے میں نیوٹن پیدا ہوا تھا اب تک بطور یادگار قائم ہے۔ اس کمرے میں ایک تختی پر تاریخ پیدائش کے علاوہ ذیل کا شعر بھی کندہ ہے۔

Nature and Nature's Laws lay hid in night,
God said "Let Newton be" and all was light.

یعنی نہاں تھے پردۂ اسرار میں قانون فطرت کے
ملا جب حکم "کُن نیوٹن کو" ظاہر ہو گئے سارے

اسحاق اس گھر میں کئی سال رہا۔ پہلے اس کی بیوہ ماں اس کی خبر گیراں رہی۔ نیوٹن کوئی تین سال کا تھا کہ اُس کی ماں نے ۱۶۴۵ء میں بارنابا[3] اسمتھ کے ساتھ شادی کر لی۔ اب نیوٹن کا بار اس کے سوتیلے باپ پر پڑا۔ نیوٹن کو پہلے اسٹاک اور اسکلنگٹن کے مدرسوں میں بھیجا گیا۔ بعد میں بارہ برس کی عمر ہوئی تو ۱۶۵۵ء میں وہ گرینتھم کے گرامر اسکول میں داخل کیا گیا۔

اس زمانے میں نیوٹن میں کوئی بات غیر معمولی نظر نہ آتی تھی۔ وہ کوئی غیر

---

[1] Isaac Newton [2] Hanna Ayscough

[3] Barnabas Smith

معمولی لڑکا نہ تھا۔ وہ خود لکھتا ہے کہ وہ تعلیم پر کچھ زیادہ متوجہ نہ تھا۔ غالباً اس کا سبب خرابیٔ صحت تھی۔ اس وقت اس کی ذہانت گویا سوئی ہوئی تھی۔ اس کی قابلیت کا معیار دوسرے لوگوں سے گرا ہوا ضرور تھا۔ مگر اتنی بات تو اُس وقت بھی تھی کہ اگر کسی کام پر وہ ڈٹ جاتا تھا تو پھر کوئی حریف مقابلے میں ٹھیر نہ سکتا تھا۔ لیکن بعد میں اپنے کام میں وہ اس توجہ اور شوق کے ساتھ مشغول ہوا کہ اپنے درجے میں تمام ساتھیوں سے سبقت لے گیا۔ فرصت کے وقت جیسے طلبا کھیل کود میں صرف کرتے تھے وہ چھوٹی چھوٹی کلیں بنانے میں صرف کرتا تھا۔ مثلاً اس نے ایک پن گھڑی، ایک پَوَن چکی اور ایک ایسی گاڑی بنائی جو بیٹھنے والے کی حرکت سے چلتی تھی۔

وہ طبیعت کا خاموش تھا لیکن شریر بھی تھا۔ چناں چہ ایک مرتبہ رات کو کاغذ کی ایک قندیل پتنگ میں لگا کر اڑائی۔ غریب سادہ لوح کسان اس کو دیکھ کر بہت ڈر گئے۔ دست کاری میں بھی اُسے اچھی دستگاہ تھی۔ وہ بڑی ہوشیاری سے اوزار دہتھیار بنایا کرتا تھا۔ قصہ مختصر یہ کہ وہ ایسا لڑکا تھا جو ہر اس مرحلے کو طے کرنا چاہتا تھا جو اس کے سامنے آئے۔

۱۶۶۵ء میں نیوٹن کے سوتیلے باپ نے وفات پائی۔ چناں چہ اس کی ماں اپنے بچوں کے ساتھ وولس تھارپ واپس آگئی۔ ان بچوں میں ایک لڑکا اور دو لڑکیاں تھیں۔ نیوٹن کو اپنے ان سوتیلے بہن بھائیوں سے ہمیشہ محبت رہی۔

دیہاتی معیار کے مطابق نیوٹن کافی تعلیم یافتہ ہو چکا تھا۔ ماں چاہتی تھی کہ جائداد کی نگرانی نیوٹن کے سپرد کرے۔ اس وقت نیوٹن کی عمر ۲۳ سال کی

Wind Mill ؎۱ Water Clock ؎۲

تھی۔ اس کو ایسے مشاغل سے دلچسپی ہوتی تو گھر کا منتظم ہو کر رہتا، لیکن اس کا مذاق ہی بالکل جداگانہ تھا۔ اُسے اعلیٰ تعلیم حاصل کرنے کی دھن تھی۔

اعلیٰ تعلیم ۱۶۵۸ء سے ۱۶۶۱ء میں نیوٹن گرنیتھم میں رہا اور کیمبرج کے لئے تیاری کرتا رہا۔ ۵ر جون ۱۶۶۱ء کو وہ ٹرینٹی کالج کیمبرج میں اپنے ماموں کی سفارش وسعی سے داخل ہو گیا۔ جب نیوٹن کیمبرج پہنچ گیا تو وہاں اُسے کوئی غیر معمولی شخص نہ سمجھا جاتا تھا۔ بہت سے طلبہ سے وہ مقابلۃً بہت کم جانتا تھا۔ خصوصًا ریاضی میں۔ مالی حالت چوں کہ سقیم تھی اس لئے ماں اخراجات تعلیم برداشت نہ کر سکتی تھی، لہٰذا نیوٹن کو ایسے طالب علم کی حیثیت سے داخل ہونا پڑا جو دوسرے لڑکوں کی خدمت کے صلے میں مفت تعلیم حاصل کیا کرتے تھے۔ جامعہ کے نصاب سے اُسے اتنی دلچسپی نہ تھی جتنی کہ اپنے ذوق کی کتابوں کے مطالعہ میں۔

زمانہ طالب علمی میں کیپلر کی کتاب مناظر پہلی کتاب تھی جو نیوٹن نے کیمبرج میں پڑھی۔ اس کے بعد ایک نجوم کی کتاب اس کے ہاتھ لگی۔ اس کو پڑھ کر اُسے معلوم ہوا کہ وہ علم ہندسہ سے ناواقف ہے۔ چناں چہ اس نے ہندسہ کی ایک کتاب خریدی اور اس کا مطالعہ شروع کر دیا۔ مگر اس مطالعہ سے اس کو مضمون کی اہمیت کا اندازہ نہ ہوا۔ چناں چہ ۱۶۶۴ء میں وہ ایک وظیفہ کے لئے مقابلے کے امتحان میں شریک ہوا۔ ممتحن نے اس کو وظیفے کے قابل ٹھیرایا لیکن اس کے ساتھ یہ بھی کہا کہ علم ہندسہ میں اس کی معلومات بہت کم ہیں۔ اس بات نے پھر نیوٹن کو علم ہندسہ کی طرف مائل کر دیا۔

نیوٹن کو پڑھنے سے اس قدر دلچسپی نہ تھی جس قدر کہ مشاہدہ و تجربہ کرنے سے۔ وہ صرف سوچنے والا ہی نہ تھا بلکہ کام کرنے والا بھی تھا۔ فن کیمیاگری

اور علم کیمیا میں اس زمانے میں جو کچھ مستند تھا اس سے وہ اوائل ہی میں واقف ہوگیا تھا۔ اس کی کیمیا دانی کوئی ادنیٰ درجے کی نہیں تھی۔ اس کے مطالعہ کرنے کی غرض یہ تھی کہ "طبعی مظاہر مثلاً سیاروں اور دمداروں کی حرکتوں، سمندر کے مدوجزر، صابن کے بلبلوں کے خوبصورت رنگوں، حرکت کے کلیوں، اشیاء کی خاصیتوں اور دھاتوں کی قلب ماہیت کو جانا اور سمجھا جائے۔" یہاں یہ بھی واضح کردینا ضروری معلوم ہوتا ہے کہ اس زمانے میں انگریزی ریاضی کا مرکز آکسفورڈ تھا کیمبرج کی ریاضی کی شہرت کا بانی خود نیوٹن تھا۔

ممتحن کا تازیانہ نیوٹن کے سمند تحقیق کے لئے کافی ثابت ہوا۔ ایک سال کے اندر اس نے مسئلۂ ثنائی کو دریافت کرلیا اور اس طرح ۱۶۶۵ء میں بی اے کی سند لینے تک اس نے قصر شہرت میں اپنے لئے ایک مقام حاصل کرلیا۔

۱۶۶۵ء-۱۶۶۶ء میں زبردست طاعون پھیلا۔ کالج بند کردیا گیا۔ نیوٹن کو جبراً یہ زمانہ اپنے مکان پر گزارنا پڑا۔ لیکن اسی زمانے میں نیوٹن نے نہایت شاندار انکشافات کئے۔ یہیں اس نے نظریہ تجاذب کی بنیاد ڈالی۔ اور علم احصا[۲] ایجاد کیا۔ اس وقت اس کی عمر ۲۳ سال کی تھی۔ ۱۶۶۹ء اور اس کے بعد سے نیوٹن نے اپنے نتائج اپنے احباب اور شاگردوں کو بتلانا شروع کئے لیکن ان کی اشاعت کی نوبت بہت بعد کو آئی۔ نیوٹن عرصہ تک اپنے انکشاف دوسروں سے بیان نہ کرتا تھا۔ عدسوں کو گھس کر کروی شکل کے علاوہ دوسری شکل دینا اسی زمانہ کا واقعہ ہے اور روشنی کا مختلف رنگوں میں تحلیل کرنا بھی اسی زمانۂ قیام سے تعلق رکھتا ہے۔ ۱۶۶۷ء میں نیوٹن

---

[۱] Binomial Theorem [۲] Calculus

کیمبرج واپس آیا تو اس کو کالج کا رفیق[1] منتخب کیا گیا۔ ۱۶۶۹ء میں، جب کہ وہ پورے ستائیس سال کا بھی نہ تھا، اس کو پروفیسر مقرر کر دیا گیا۔

آخری ایّام نیوٹن اپنے ہم عصروں کے نزدیک خالص ریاضی داں نہیں تھا بلکہ وہ اس کو ریاضیاتی طبیعیات داں سمجھتے تھے۔ اگر اس کا شہرہ ریاضی اور طبیعیات میں نہ بھی ہوتا تو اس میں اتنی اپچ ایسی تھی کہ وہ مذہبی مصنف کی حیثیت سے بھی بہت کچھ شہرت حاصل کر لیتا۔ عیسائی پادریوں کو سائنس دانوں کے خلاف ہمیشہ یہ شکایت رہی ہے کہ وہ مرتد اور دہریہ ہو جاتے ہیں۔ مگر نیوٹن نے اپنے اوپر یہ الزام کبھی نہ آنے دیا۔ اس نے مذہب اور اعتقاد سے متعلق متعدد کتابیں لکھیں۔ انجیل سے اس کو خاص لگاؤ تھا۔

نیوٹن نے ایک کامیاب اور مفید زندگی بسر کی۔ لیکن اب اس کا اختتام قریب تر ہوتا جاتا تھا۔ ایک زبردست سائنس داں اور قابل فخر اہل علم اپنی منازل حیات کو تیزی سے ختم کر رہا تھا۔ زندگی کے صرف کچھ مہینے باقی تھے۔ تندرستی جواب دے چکی تھی۔ مطالعہ کا دائرہ تنگ ہوتے ہوتے صرف انجیل تک محدود رہ گیا تھا۔ ۲۸ فروری ۱۷۲۷ء کو نیوٹن کو رائل سوسائٹی کی صدارت کے لئے جانا پڑا۔ وہاں سے بیمار واپس آیا۔ یہ خاتمہ کی ابتدا تھی۔ مثانے میں پتھری پڑ گئی۔ یہاں تک کہ ۲۰ مارچ ۱۷۲۷ء کو رات کے ایک اور دو بجے کے درمیان وہ اس مادی دنیا کی تمام تکالیف سے ہمیشہ کے لئے آزاد ہو گیا اس وقت اس کی عمر ۸۵ سال تھی۔

عالمگیر تجاذب سائنس میں نظریات کے مقابلے میں تجربات کو ہمیشہ ترجیح دی جاتی ہے۔ مثلاً جب یہ کہا جاتا ہے کہ ہائڈروجن

---

[1] Fellow

کے ڈو جوہر آکسیجن کے ایک جوہر کے ساتھ مل کر پانی کا ایک سالمہ بناتے ہیں تو اس کا مطلب یہ نہیں ہوتا کہ فلسفیوں کے کسی گروہ یا اہل علم کی کسی مجلس نے یہ طے کر دیا ہے کہ ایسا ہی ہوگا۔ بلکہ اس کا مطلب یہ ہوتا ہے کہ یہ ایک مشاہدہ ہے جس کی تصدیق ہر شخص اپنے ذاتی مشاہدے سے کر سکتا ہے۔

لیکن نظام بطلیموسی نے جو نظائر پیش کئے تھے اُن پر مشاہدات کے نقطۂ نظر سے جانچ کی نوبت عرصہ بعد آئی۔ اس نظام کے ماننے والوں نے مادّے کی دو قسمیں ٹھیرائی تھیں۔ ایک ارضی مادّہ جو زمین سے ملحق تھا اور جو اوپر نیچے صرف عمودی سمت میں حرکت کر سکتا تھا۔ دوسرا سماوی مادہ جو اس ارضی اثر سے بالکل پاک تھا اور زمین کے گرد کامل حرکت کر سکتا تھا۔ یونانی حرکت کے کلیوں سے واقف نہ تھے اس لئے انھوں نے جملہ اجرام فلکی کے لئے حرکت کی ایک ہی رفتار تسلیم کی۔

اس نظام کے خلاف کوپرنیکس نے ایک دوسرا نظام تیار کیا جس کا ذکر اس سے پیشتر کے ابواب میں ہو چکا ہے۔ کوپرنیکی نظام کی تشریح نے یہ تو واضح کر دیا کہ سیارے حرکت کس طرح کرتے ہیں لیکن نیوٹن کی تسلّی اس سے نہ ہو سکی۔ اس نے یہ بھی دریافت کرنا چاہا کہ سیارے حرکت کیوں کرتے ہیں؟

روایات سے یہ پتہ چلتا ہے کہ ۱۶۶۵ء کی جبری تعطیل میں نیوٹن اپنے باغ میں بیٹھا ہوا اس مسئلہ پر غور کر رہا تھا کہ یکایک درخت کی ٹہنی سے ایک پختہ سیب زمین پر گر پڑا۔ نیوٹن اس طرف متوجہ ہوا۔ اس کے دل میں فوراً ہی یہ سوال پیدا ہوا کہ "سیب زمین پر کیوں گرا؟" اس کے ذہن رسا نے جواب دیا کہ "زمین کی کشش کے باعث"۔ یہ کوئی نیا خیال نہ تھا۔ اس سے پہلے بھی لوگ ایسا خیال قائم کر چکے تھے لیکن سب سے پہلے نیوٹن نے اس سے پورا

فائدہ اُٹھایا۔ غور و فکر سے اس پر یہ منکشف ہوا کہ اگر زمین کی کشش سے پھل زمین پر گرا تو ہو سکتا ہے کہ چاند کو بھی زمین اپنی طرف کھینچتی ہو، اور آفتاب دوسرے اجرام فلکی کو کھینچتا ہو۔ یہی وجہ ہے کہ چاند، زمین اور دیگر اجرام فلکی آفتاب کے گرد گردش کرتے ہیں۔

سیب والی روایت پر بعض لوگ جرح کرتے اور اس کو ناقابل اعتبار ٹھیراتے ہیں۔ لیکن کیمبرج کے پروفیسر ڈبلو، روس بال[۱] نے اس کی تعدیل کی ہے اور اسناد پیش کئے ہیں۔ اس کو باور نہ کرنے کی کوئی معقول وجہ نظر نہیں آتی، اس لئے ہم بھی اس کی تصدیق کرتے ہیں۔

یہ واقعہ ۱۶۶۵ء یا ۱۶۶۶ء کا ہے لیکن نیوٹن نے کلیہ تجاذب کو بیس برس تک شائع نہیں کیا۔ اس طویل تاخیر کی توجیہ کی کوششیں کی گئی ہیں جن میں سے دو قابل ذکر ہیں۔

پہلی توجیہ تو یہ ہے کہ اس انکشاف کے بیان کا انحصار ہنری پمبرٹن[۲] کی سند پر ہے۔ جو آخری ایام میں نیوٹن سے واقف ہوا تھا۔ چناں چہ بقول پمبرٹن کے ۱۶۶۶ء میں نیوٹن نے اس مفروضہ پر زمین کے نصف قطر کا اندازہ لگایا کہ عرض البلد کے ایک درجہ میں ۶۰ میل ہوتے ہیں یہی قیمت اُس زمانے میں مروج تھی۔ حالانکہ صحیح تر قیمت ۶۹ $\frac{1}{2}$ میل ہے۔ نتیجہ اس کا یہ ہوا کہ نیوٹن نے جو حساب لگایا وہ مشاہدے کے مطابق نہ نکلا۔ اس لئے اُس نے اس مسئلے کو التوا میں ڈال دیا۔ ۱۶۸۴ء میں ژاں پکار[۳] کی زیادہ صحیح قیمت کا علم جب اس کو حاصل ہوا تو اس نے کلیے کی تصدیق کر لی۔

۱۔ W.W. Rouse Ball ۲۔ Henry Pemberton

۳۔ Jean Picard

یہ قول ہمبر ٹن کا ہے۔ اس کے بعد یہ قصہ مشہور ہوا کہ نئی قیمت سے جو حساب لگانے بیٹھا تو نیوٹن پر اس قدر جذبہ طاری ہوا کہ وہ کام نہ کرسکا اور ایک دوست کو مدد کے لئے بلانے پر مجبور ہو گیا۔ یہ قصّہ سب سے پہلے رابنسن کی "میکانکل فلاسفی" بابت ۱۸۰۴ء میں شائع ہوا۔

دوسری توجیہ فلکی بجے[۵۲] سی ایڈمس اور ریاضیاتی بجے[۵۳]، ڈبلو ال گلیشر نے ۱۸۸۷ء میں پیش کی۔ اس وقت نیوٹن کی کتاب "پرنسپیا" کی دو سو ویں برسی منائی جا رہی تھی۔ نیوٹنی مخطوطات کے "مجموعہ پورٹسماوتھ" میں ان دونوں کو ایک نوشتہ ملا جس میں نیوٹن کے انکشاف کا ابتدائی حال درج تھا۔ اس نوشتہ میں ایک بیان ہے کہ ۱۶۶۶ء میں نیوٹن نے جاذبہ زمین کی وجہ سے پیدا شدہ اسراع کی نظری اور تجربی قیمتوں کا مقابلہ کیا۔ اور ان میں بہت کچھ تطابق پایا۔ یہ نیوٹن کا بیان ہے اور ہمبر ٹن کے دعوے کے خلاف ہے۔ علاوہ ازیں ہمبرٹن نے درجے میں جو ۶۹½ میل بتائے تو اس سے معلوم ہوتا ہے کہ وہ ۵۲۸۰ فٹ کا معیاری میل استعمال کر رہا تھا۔ لیکن حال ہی میں اس امر کا پتہ چلا ہے کہ سترھویں صدی کے انگریزی ملاح ۱۶۶۶ء سے پہلے عرض البلد کے ایک درجے میں ۶۰ معیاری میل نہ لیتے تھے بلکہ صرف ۵۰۰۰ فٹ والے میل سے ۶۰ میل لیتے تھے۔ اگر نیوٹن نے یہی میل استعمال کئے ہوتے تو "بہت کچھ تطابق" نہ پاتا۔ یہ بات بھی سمجھ میں آنے والی نہیں کہ ۱۶۶۶ء میں یا اس کے قریب نیوٹن کو زمین کی جسامت کا صحیح علم نہ ہوا ہو۔ نیوٹن خود جغرافیہ کی ایک کتاب ۱۶۷۲ء میں اپنے اہتمام سے شائع کرا چکا تھا۔ باوجود ان تمام باتوں کے نیوٹن نے اپنا کلیہ شائع

---

[۵۲] J. C. Adams [۵۳] J. W. L. Glaisher

نہیں کیا۔ پس اس تاخیر کی وجہ؟

۱۶۸۷ء میں نیوٹن نے اپنی کتاب پرنسپیا شائع کی۔ اس کی اشاعت سے قبل کی نیوٹن کی مراسلت سے پتہ چلتا ہے کہ نیوٹن کے راستے میں جو دقتیں تھیں وہ دوسری نوعیت کی تھیں۔ اتنا تو نیوٹن کے بیان ہی سے واضح ہے کہ کہ حسابی تصدیق تو ۱۶۶۶ء ہی میں تقریباً مکمل ہو چکی تھی۔ لیکن جو بات نیوٹن سے حل نہ ہوسکی تھی وہ یہ تھی کہ کسی کروی جسم کا جذب کسی بیرونی نقطہ پر کیا ہوگا اس کے مکتوبات سے یہی پتہ چلتا ہے کہ وہ زمین کے جذب کو اس طرح نہ سمجھتا تھا کہ گویا اس کی ساری کمیت اس کے مرکز پر مجتمع ہے۔ اس لئے وہ دعویٰ نہیں کرسکتا تھا کہ جاذبہ کے مفروضہ کلیہ کی تصدیق ہوگئی۔ اگرچہ طویل فاصلوں کے لئے فرق زیادہ نہ رہتا تھا۔

ہک[1]، رن[2] اور ہیلے[3] بھی اسی کام میں لگے ہوئے تھے لیکن اُن کو کوئی راستہ نہ دکھائی دیا۔ وہ لوگ اس کلیہ سے سیاروں کے مدار اخذ نہیں کرسکتے تھے۔ یہ مسئلہ ان سب کے لئے کلیدی مسئلہ بن گیا۔ پریشان ہوکر آخرکار رن نے یہ اعلان کر دیا کہ ہک اور ہیلے دو مہینوں کے اندر اس مسئلے کو حل کر دیں گے تو اُن کو ۴۰ شلنگ کی کتاب انعام میں دی جائے گی۔ ہک نے کہا کہ اس نے حل دریافت کرلیا ہے لیکن ابھی بتائے گا نہیں۔ سات ماہ کے انتظار کے بعد ہیلے کیمبرج گیا کہ دیکھیں نیوٹن سے کچھ مدد ملتی ہے یا نہیں۔ چنانچہ نیوٹن سے جو گفتگو ہوئی وہ حسب ذیل ہے:۔

ہیلے :- کلیہ مربع معکوس کے بہ موجب تجاذبی کشش کے تحت کسی سیارے کا راستہ کیا ہوگا؟

---

[1] Hooke [2] Wren [3] Halley

نیوٹن :- ایک قطع ناقص ہوگا جس کے ایک ماسکہ پر مرکز قوت ہوگا۔
ہیلے :- (فوری جواب پر متحیر ہوکر) آپ کو معلوم کیسے ہوا؟
نیوٹن :- میں نے حساب جو لگایا ہے۔

یہ کہہ کر وہ کاغذ کی تلاش کرنے لگا، جو اس وقت نہ مل سکا۔ بعد میں نیوٹن نے اُسے ہیلے کے پاس بھیج دیا۔ نیوٹن نے اپنی تحقیق جاری رکھی ۱۶۸۵ء میں نیوٹن نے بالآخر وہ مسئلہ حل کر لیا جو اتنے عرصہ سے اُسے پریشان کر رہا تھا۔ یعنی اس نے یہ ثابت کر دکھایا کہ کسی بیرونی ذرّے کو ایک کرہ اس طرح کشش کرتا ہے کہ گویا اس کی ساری کمیت اس کے مرکز پر مجتمع ہے۔ اس طرح یہ ثابت ہوگیا کہ دو کروں کے درمیان کشش کی قوت اس طرح عمل کرتی ہے جیسے کہ ہر کرے کی کمیت اس کے مرکز پر جمع ہوگئی ہو۔ گلیشر نے لکھا ہے کہ "خود نیوٹن کے الفاظ سے ظاہر ہے کہ ایسے نفیس نتیجہ کی توقع اس کو نہ تھی، لیکن جوں ہی کہ اس نے یہ شاندار مسئلہ حل کر لیا اس کے سامنے ساری کائنات کی میکانیت آشکارا ہوگئی۔"

تجاذب کے کلیے کے اعلان میں جو دیر لگی اس کی دو توجیہیں پیش کی جا چکی ہیں۔ ہمبرٹن کی توجیہ اس لئے قبول نہیں کی جا سکتی کہ وہ خود نیوٹن کے بیان کے خلاف ہے رہی دوسری توجیہ تو گو وہ مکمل نہیں ہے تاہم وہی قرین قیاس ہے۔

نیوٹن نے اپنی تمام تحقیقات اپنی ایک کتاب میں شائع کر دیں جو "پرنسپیا" کے نام سے مشہور ہے۔ اس کی داستان بھی دلچسپ ہے۔ ۱۶۸۴ء میں رائل سوسائٹی کے سامنے اس کا ایک جز نیوٹن نے پیش کیا۔ ساتھ ہی یہ

Focus of Ellipse ماسکہ

اطلاع بھی دی کہ وہ اس کی تکمیل میں مصروف ہے۔ ۱۶۸۴ء سے ۱۶۸۶ء تک وہ لگاتار محنت کرتا رہا۔ اس وقت اس کی عمر ۴۲ تا ۴۴ تھی۔ اس کی تکمیل میں نیوٹن کو اُن تمام معلومات سے بہت مدد ملی جو وقت کے شاہی منجم نے اس کو بہم پہنچائیں۔

کتاب جب مکمل ہو گئی تو اس کی اشاعت کا مسئلہ پیدا ہوا۔ جیسا کہ آج کل ہندوستان میں اُردو کتابوں کی اشاعت کا مسئلہ پیدا ہوتا ہے۔ رائل سوسائٹی کے پاس اتنی رقم نہ تھی کہ اس کی اشاعت کا بیڑہ اُٹھاتی۔ خود نیوٹن بھی تہی دست تھا۔ ہیلے بھی کوئی دولت مند آدمی نہ تھا۔ بہ ایں ہمہ اس نے کتاب کی اشاعت کا ذمہ لیا۔ چناں چہ مطبع کا بھی سارا کام اسی نے دیکھا۔ اس طرح کتاب "پرنسپیا" (کتاب الاصول) وجود میں آئی۔

کتاب کا پورا نام "فلاسفی نیچرلس پرنسیپیا میتھے میٹکا" ہے۔ دنیا بھر کے اربابِ ریاضی و سائنس کا متفقہ فیصلہ ہے کہ اپنے اپنے مضامین میں وہ اس کتاب کو بہترین بلکہ فرد یاتے ہیں۔ کوئی اور کتاب اس رتبہ کی نہیں جتنی کہ علمائے مغرب اربابِ سائنس و ریاضی کے لئے اس کو انجیل کا رتبہ دیتے ہیں۔ اس کی نسبت تو یہاں تک کہا گیا ہے کہ جو ریاضی داں اس کتاب پر حاوی نہیں ہے وہ اپنے فن کو نہیں جانتا۔ اگرچہ ریاضی دانوں کے لئے بھی اس کا مطالعہ آسان نہیں ہے۔ ڈھائی سو برس سے تمام دنیا کے ماہرین ریاضی و فلکیات اس کتاب کے بیان کردہ مسائل اور اخذ کردہ نتائج کی تعریف میں رطب اللسان چلے آرہے ہیں۔

یہ کتاب لاطینی میں لکھی گئی تھی جو اس وقت بین الاقوامی علمی زبان تھی اور

ل Philosophia Naturalis Principia Mathematica

زمانہ قریب تک رہی ہے۔ اس کتاب کے تین حصے ہیں پہلے دو حصوں میں حرکت اجسام سے بحث ہے۔ اس میں میکانیات، ماسکونیات اور ماحرکیات وغیرہ کے تمام مسائل آگئے۔ طرز استدلال زیادہ تر ہندسی ہے۔ تیسرے حصے میں فلکیات سے بحث ہے۔

اس کتاب کا بنیادی مسئلہ عالمگیر تجاذب کا کلیہ ہے۔ جس کو اس طرح بیان کیا جاتا ہے :-

"مادے کا ہر ذرہ مادے کے ہر دوسرے ذرے کو ایسی قوت سے کشش کرتا ہے جو ہر ایک کی کمیت کے راست متناسب ہوتی ہے اور ہر دو ذروں کے درمیانی فاصلے کے مربعے کے بالعکس[1] متناسب ہوتی ہے۔"

اس کلیہ کو آج کل کی علامتوں میں یوں بیان کیا جاتا ہے کہ اگر ایک ذرے کی کمیت ک۱ مانی جائے اور دوسرے کی ک۲ تو چوں کہ قوت دونوں کے راست متناسب ہے اس لئے قوت دونوں کے حاصل ضرب یعنی (ک۱ ک۲) کے راست متناسب ہوگی۔ راست تناسب سے مطلب یہ ہے کہ اگر کمیتیں بڑھا دی جائیں خواہ ایک یا دونوں تو قوت بڑھ جائے گی۔ اور اگر کمیتیں گھٹا دی جائیں تو قوت بھی گھٹ جائے گی۔ علاوہ ازیں اگر ذروں کا درمیانی فاصلہ ف ہو تو قوت فاصلے کے مربع یعنی ف۲ کے بالعکس متناسب ہوگی۔ بالعکس تناسب سے یہ مطلب ہے کہ اگر فاصلہ نصف کر دیا جائے تو قوت چار گنا بڑھ جائے گی اور اگر فاصلہ دوگنا کر دیا جائے تو قوت ایک چوتھائی رہ جائے گی۔

---

[1] Inversely Proportional or Directly Proportional

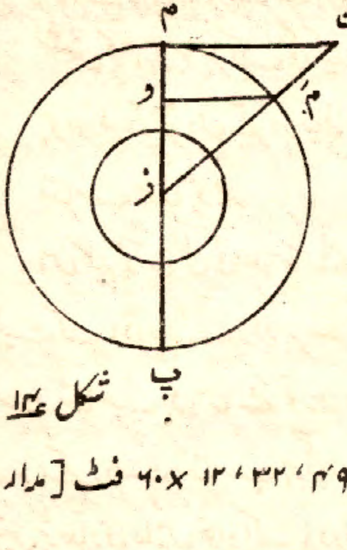
اب اس ساری عبارت کو علامتوں میں یوں لکھیں گے :-

ق ∝ ک۱ک۲/ف۲ جہاں ق = دونوں ذرّوں کے درمیان قوت

اور ∝ = علامت تناسب

اس میں چوں کہ فاصلہ کا مربع آتا ہی اور وہ بھی معکوس ہو کر اس لئے اس کو کلیۂ مربع معکوس بھی کہتے ہیں۔

ثبوت :- نیوٹن نے پرنسپیا جلد سوم مسٔلہ چہارم کے تحت جو اس کا ثبوت پیش کیا ہی۔ وہ ہم یہاں درج کرتے ہیں :-



شکل ۱۲۱

پیمائشوں سے معلوم ہوا کہ زمین کا محیط = ۶۰۰ ، ۴۹ ، ۳۲ ، ۱۲ پیرسی فٹ۔

چاند کا اوسط فاصلہ = ۶۰× زمین کا نصف قطر۔

اس لئے چاند کا مدار = ۶۰۰ ، ۴۹ ، ۳۲ ، ۱۲ ×۶۰ فٹ [مدار دائری لیا گیا ہی۔

زمین کے گرد چاند کے گردش کرنے کی مدت = ۲۷ دن ، ۷ گھنٹہ ۴۳ دقیقہ (منٹ)

= ۳۹۳۴۳ دقیقہ

اس لئے مداری رفتار = ۷۳۹۴۹۷۶۰۰۰/۳۹۳۴۳ =

۱۸۷۹۶۱۶۷ فٹ فی دقیقہ۔

فرض کرو کہ شکل ۱۲۱ میں قوس م م' اس رفتار کو ظاہر کرتی ہی۔ شکل

Law of Inverse Squares

میں م سے مراد چاند کی وضع ہے اور ز سے زمین کا محل مراد ہے۔یعنی وہ زمین کا مرکز ہے۔ اب قوس م مَ سے مرکز پر زاویہ م زمَ بنتا ہے۔م پر دائرہ کا مماس (یعنی مس کرنے والا خط) م ن کھینچا جائے اور خط زمَ کو بڑھایا جائے تو وہ مماس کو نقطہ ن پر قطع کرے گا۔ م سے ایک خط م ن کے متوازی کھینچا جائے تو وہ قطر م پ کو و پر قطع کرے گا۔

زاویہ م زمَ جتنا چھوٹا ہوگا اتنا ہی ن مَ برابر ہوگا م و کے۔ اس لئے م و اس فاصلے کو ظاہر کرتا ہے جس میں چاند زمین کی طرف فی دقیقہ اترتا ہے۔

چوں کہ (م مَ)^۲ = م پ × م و [کتاب اول، مسئلہ چہارم، نتیجہ صریح ۹

اس لئے م و = (م مَ)^۲ ÷ م پ = $\frac{۱۸۷۹۶۱۶۷۶}{\frac{۷}{۲۲} \times ۱۲۳۲۴۹۶۰۰ \times ۶۰}$ =

۱۵ $\frac{۱}{۱۲}$ فٹ فی دقیقہ تقریباً۔

چوں کہ م ز = ۶۰ × زمین کا نصف قطر۔

اس لئے کلیہ مربع معکوس کے تحت زمین کی سطح پر ایک جسم جو فاصلہ فی دقیقہ اترتا ہے وہ

= ۶۰^۲ × ۱۵ $\frac{۱}{۱۲}$ فٹ فی دقیقہ

= ۱۵ $\frac{۱}{۱۲}$ فٹ فی ثانیہ

زیادہ صحیح قیمت = ۱۵ فٹ ۱، انچ اور ۱ لائن $\frac{۴}{۹}$

ہوگنس نے رقاصوں سے جو تجربے انجام دئے اس سے پتہ لگا کہ کوئی جسم پیرس میں سکون سے اترے تو وہ فی ثانیہ ۱۵ فٹ ۱، اور ۱ لائن $\frac{۴}{۹}$ اترے گا۔ [کتاب سوم، مسئلہ چہارم اس لئے ثابت ہوا کہ کلیہ مربع

معکوس صحیح ہے۔

تنقید:- کچھ اوپر تین صدیوں کا زمانہ گزرا کہ تجاذبی کشش کی حدت میں تغیر کا کلیہ معلوم ہوا۔ اس دوران میں سائنسی انکشاف کی رفتار بہت تیز رہی۔ باوجود اس کے ہم آج بھی نہیں بتلا سکتے کہ کسی پتھر کے زمین پر گرنے کا سبب کیا ہے؟ سائنس کی ترقی میں یہ عجیب وغریب واقعہ ہے۔ آج کل کے ماہرین طبیعیات اس امر کے باور کرنے کے لئے تیار نہیں ہیں کہ زمین اور چاند ایک دوسرے پر فضائے خالی میں عمل کرتے ہیں اور اُن کے درمیان میں یا ان کو گھیرے ہوے کوئی واسطہ[1] نہیں ہے۔ یہ مشہور ومعروف مسئلہ "عمل[2] از فصل" کہلاتا ہے۔

خود نیوٹن نے اس کے متعلق جو خیالات قائم کئے وہ دلچسپی سے خالی نہیں کیا وہ "عمل از فصل" پر یقین رکھتا تھا؟ کیا وہ اس کو مانتا تھا کہ مادہ ایسی جگہ عمل کرسکتا ہے جہاں وہ نہ ہو۔ ایک خط میں نیوٹن یوں لکھتا ہے:-

"یہ مسئلہ کہ، جاذبہ[3] مادے کے لئے خلقی، جبلی اور لابدی ہے تاکہ ایک جسم دوسرے جسم پر ایک فاصلے سے خلا میں سے ہوکر بغیر کسی واسطے کے عمل کرسکے اور بدون اس واسطے کے ان کے عمل اور قوت ایک دوسرے کو منتقل ہوسکیں، ایسا مسئلہ ہے جو میرے نزدیک بالکل لایعنی ہے اور میں نہیں سمجھتا کہ فلسفی امور میں نظر رکھنے والے کبھی اس کو مان سکیں گے۔"

طرفہ تماشہ یہی ہے کہ اس کے باوجود نیوٹن ہی کی طرف "عمل از فصل" کا مسئلہ منسوب ہے۔ حقیقت یہ ہے کہ ۱۷۱۳ء میں راجر[4] کوٹیس نے پرنسپیا کا ایک

---

[1] Medium [2] Action at a distance [3] Gravity [4] Roger Cotes.

دوسرا اڈیشن شائع کیا جس کے دیباچے میں یہ مسئلہ بطور دعویٰ بیان کیا جب نیوٹن کے فلسفے نے یورپ میں اشاعت پائی تو کوٹیس کا مسئلہ نیوٹن کے نام سے منسوب ہو گیا۔

نیوٹن کے کلیات حرکت حرکت کے کلیوں کا ذکر ہم اس سے بیش تر بھی کر چکے ہیں۔ نیوٹن نے ہی سب سے پہلے صحیح طریقہ پر بیان کیا۔ اس لئے نیوٹنی نظام یا نیوٹنی علم حرکت کی بنیاد ان ہی کلیوں پر سمجھی جاتی ہے۔ یہ کلیے نیوٹن نے حسب ذیل طریقہ پر بیان کئے ہیں :۔

پہلا کلیہ :۔ ہر جسم سکون یا خط مستقیم میں یکساں حرکت کی حالت میں رہتا ہے جب تک کہ عاملہ قوتیں اُس کو اس حالت کے بدلنے پر مجبور نہ کریں۔

دوسرا کلیہ :۔ حرکت کی تبدیلی عاملہ قوت کے متناسب ہوتی ہے اور اس خط مستقیم کی سمت میں واقع ہوتی ہے جس میں قوت عمل کرتی ہے۔

تیسرا کلیہ :۔ ہر عمل کے لئے ہمیشہ ایک مساوی اور مخالف ردعمل ہوتا ہے۔ یا دو جسموں کے باہمی عمل ہمیشہ مساوی اور سمتاً مخالف ہوتے ہیں۔

توضیح :۔ اگر کسی عامل کے عمل کی پیمائش اس کی قوت اور اس کی رفتار کے حاصل ضرب سے کی جائے اور اگر اسی طرح مزاحمت کے ردعمل کی پیمائش مختلف حصوں کی رفتاروں اور ان کی مختلف قوتوں سے کی جائے خواہ وہ قوتیں رگڑ، اتصال، وزن یا اسراع کی وجہ سے پیدا ہوں، تو مشینوں کی تمام صورتوں میں عمل اور ردعمل مساوی اور مخالف ہوں گے۔

علم ہندسہ کے علوم متعارفہ کے برخلاف ان کلیوں کی بنیاد مشاہدہ اور تجربہ

Axioms ؎　　Cohesion ؎

کے نتائج پر ہو نہ کہ ہمارے وجدان[1] پر۔ پہلے کلیے سے بیرونی قوتوں کے وجود کا علم ہوتا ہے۔ دوسرا کلیہ یہ بتلاتا ہے کہ بیرونی قوت کی پیمائش کس طرح کی جائے تیسرا کلیہ دو جسموں کے درمیان عمل کے دونوں رُخ پیش کرتا ہے۔

پہلے کُلیے کے بیان سے ہم ایک دقت میں مبتلا ہو جاتے ہیں اور وہ یہ ہے کہ اس کلیہ میں جس رفتار کا ذکر کیا گیا ہے وہ مطلق سکون میں محدود کے ایک نظام کے اعتبار سے رفتار ہوسکتی ہے۔ پس مطلق سکون اور مطلق فضا کا جو مفروضہ نیوٹن نے قائم کیا (اگرچہ خارج میں وہ اس کی تشخیص نہ کر سکا) تو فلسفیوں کی طرف سے اعتراض پر اعتراض ہونے لگے۔ بالخصوص لائبنیز[2] (۱۶۴۶ء - ۱۷۱۶ء) اس میں پیش پیش تھا۔ لیکن کسی نے بھی کوئی بدل تجویز نہ کیا۔ اس پر مزید تنقید کا موقع آئندہ آئے گا۔

دوسرے کلیے میں نیوٹن نے جس حرکت کا ذکر کیا اس کو آج کل معیارِ حرکت[3] کہتے ہیں جس میں حرکت کرنے والی مقدار مادہ کا لحاظ کیا جاتا ہے۔ عاملہ قوت سے نیوٹن کی جو مراد تھی اس کو آج کل دھکا[4] کہتے ہیں جس میں قوت کی مدت عمل کا لحاظ کیا جاتا ہے۔ اس کلیہ پر مزید غور کرنے سے مادّے کی مساوی مقداروں یا مادی کمیتوں اور مساوی قوتوں کا مسئلہ پیدا ہوتا ہے۔ اس سے پہلے ذکر کیا جا چکا ہے کہ کسی جسم کا وزن اور اس کی کمیت ایک نہیں ہیں بلکہ ایک دوسرے کے متناسب ہیں۔ علم حرکت میں ہم مادّے کو اسی نقطہ نظر سے دیکھتے ہیں کہ قوت کے عمل کرنے سے اس کی حرکت بدل جاتی ہے۔ اس لئے نیوٹن نے مادّے کی ان مقداروں کو مساوی بتلایا جن میں ایک ہی جیسی قوتوں کے زیر عمل

---

[1] Intuition　[2] Leibnitz　[3] Momentum

[4] Impulse

حرکت کی مساوی تبدیلیاں پیدا ہوں۔ اور بالعکس مساوی قوتیں ہوں گی جو ایک ہی جسم میں حرکت کی مساوی تبدیلیاں پیدا کر دیں۔ اس طرح نیوٹن نے جسم کی کمیت اور اس کے وزن میں امتیاز پیدا کیا۔ اب جسموں کی کمیتیں ان قوتوں کے متناسب ہوتی ہیں جو اُن میں مساوی اسراع پیدا کر دیں۔ کسی ایک مقام پر تمام اجسام صرف اپنے وزنوں کے زیرِ عمل ایک ہی اسراع سے زمین پر گرتے ہیں۔ پس اس مقام پر جسموں کی کمیتیں اپنے وزنوں کے متناسب ہوں گی۔ اس سے یہ امر واضح ہو گیا کہ کسی ایک معینہ مقام پر جسم کا وزن ہمیشہ مستقل رہتا ہے۔ اس کا مفہوم وسیع تر ہو گیا۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ جسم کی کمیت مستقل رہتی ہے۔ خواہ کتنے ہی طبیعی تغیرات کیوں نہ واقع ہوں۔

نیوٹن نے کمیت اور قوت کی جو تعریفیں کیں تو اُن پر یہ اعتراض وارد ہوتا ہے کہ ان میں منطقی دور پایا جاتا ہے۔ نیوٹن نے اس کو تسلیم کیا کہ قوت کا میکانکی مفہوم عضلاتی کوشش کے احساس سے پیدا ہوتا ہے۔ علم حرکت کو ہم ایسا علم تصور کر سکتے ہیں جس میں حرکت کرنے والے مادے سے متعلق اپنے احساسات کو ہم استدلالی بناتے ہیں۔ مکان یا طول اور زماں کے متعلق ہم تجربہ سے اولی تصورات قائم کرتے ہیں۔ اسی طرح عضلاتی حس کی بدولت ہم کو قوت کا تصور حاصل ہوتا ہے۔ اس حس کی بدولت اگر سرسری پیمائش کی جائے تو معلوم ہوتا ہے کہ مساوی قوتیں مادے کے مختلف حصوں پر مختلف اسراع پیدا کرتی ہیں۔ پس ہر حصہ کا جمود یعنی قوت ق کے خلاف اس کی مزاحمت کو اس کی کمیت کہا جا سکتا ہے۔ اس کی تعریف پھر یوں ہو گی کہ کمیت کسی معین طاقت سے پیدا شدہ اسراع اع کے بالعکس

متناسب ہوتی ہی۔ علامتوں ہیں اس کو یوں لکھیں گے :-

$$ک = \frac{ق}{ع}$$

اس طرح کمیت کا مفہوم ہماری ایک دماغی حالت یعنی قوّت کے عضلاتی احساس سے پیدا ہوتا ہی۔ اس پر بعض لوگ اعتراض کریں گے کہ طبیعیات میں نفسیات کو دخل دے دیا۔ لیکن جب طبیعیات کا ایک منطقی دور رفع ہو جائے تو ایسے دخل میں کوئی حرج نہیں۔

تیسرے کلّیے کو ہم یوں سمجھ سکتے ہیں کہ وہ پہلا کلّیہ ہی جس کا اطلاق اجسام کے ایک نظام پر کیا گیا ہی۔ فرض کرو کہ نظام میں دُو اجسام ہیں۔ تو ان کی باہمی قوتیں نظام کے مرکزِ جمود کے سکون یا یکساں حرکت کی حالت کو نہیں بدل سکتیں۔ پس ایک جسم کی حرکت کے تغیر کو دوسرے جسم کے تغیر حرکت کے مساوی اور مخالف ہونا چاہیئے۔ نیوٹن نے اس کے ثبوت میں ایک تجربہ یوں انجام دیا کہ ایک برتن میں مقناطیس رکھا اور دوسرے میں لوہا۔ پھر دونوں برتنوں کو پانی پر تیرایا یہاں تک کہ وہ ایک دوسرے کو مس کرنے لگے۔ دیکھنے سے معلوم ہوا کہ حرکت دونوں میں سے کسی میں بھی نہ پیدا ہوئی۔ پس لازم آیا کہ لوہے پر مقناطیس کی کشش مقناطیس پر لوہے کی کشش کے مساوی اور مخالف ہو۔ نیوٹن نے یہ بھی تبلایا کہ اگر اس کلیے کو تسلیم نہ کیا جائے تو اس کا نتیجہ کیا ہوگا۔ فرض کرو کہ کسی پہاڑ پر زمین کی کشش زمین پر پہاڑ کی کشش سے کم ہی۔ تو پھر نظام میں ایک باقی ماندہ قوت ہو گی جس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ نظام ایک مستقل اسراعی رفتار کے ساتھ فضا میں حرکت کرے گا۔

سیالوں کی حرکت | سیالوں کی حرکت کے سلسلے میں ہم کو سب سے پہلے

بلیس[1] پیسکل کی تحقیقات سے سابقہ پڑتا ہے۔

یہ شخص ۱۹ جون ۱۶۲۳ء کو فرانس میں بہ مقام کلیرماں[2] پیدا ہوا۔ اس کا باپ ایک عدالت کا صدر تھا جس نے پیرس میں پھر رواں[3] میں سکونت اختیار کرلی تھی۔ اس آخری مقام میں پیسکل کو ایک عیسائی فرقہ جانسنی[4] سے سابقہ پڑا۔ چناں چہ وہ اس فرقہ میں شامل ہوگیا۔ اس زمانہ میں اس کا علمی مطالعہ اور تحقیق جاری تھے۔ چناں چہ ہوائی دباؤ وغیرہ پر تجربے اسی زمانے میں انجام پائے۔ ۱۶۴۷ء میں وہ پیرس واپس آیا اور ۱۶۵۴ء میں اس نے پھر مذہب بدلا اور ایک دوسرے فرقے کی پیروی اختیار کرلی۔ ۱۹ اگست ۱۶۶۲ء کو ۳۹ سال ۲ ماہ کی عمر میں اس نے انتقال کیا۔

پیسکل کی شہرت نہ صرف فلسفی اور ریاضی داں کی حیثیت سے ہے بلکہ وہ طبیعیات میں بھی نامور ہے۔ اس نے ایک مختصر کتاب توازن سیالات پر لکھی۔ وہ لکھی تو ۱۶۵۳ء میں گئی لیکن اس کی اشاعت اس کی وفات سے ایک سال بعد ۱۶۶۳ء میں ہوئی۔ اس میں اس نے ایک کلیہ بیان کیا ہے جو آج تک "کلیہ پیسکل" کے نام سے مشہور ہے۔ جو حسب ذیل ہے:۔

"کسی مائع[5] پر جو دباؤ عمل کرتا ہے وہ تمام سمتوں میں بلا تغیر منتقل ہوتا ہے اور تمام مساوی سطحوں پر اُن کی علی القوائم سمت میں ایک ہی قوت سے عمل کرتا ہے۔"

اسی نے تجربہ کرکے یہ ثابت کیا کہ کسی سطح پر مائع کے وزن کی وجہ سے

---

[1] Blaise Pascal [2] Clermont [3] Rouen

[4] Jansenists [5] Liquid

جو دباؤ پیدا ہوتا ہے وہ صرف گہرائی پر منحصر ہوتا ہے۔ جن آلات سے اس نے یہ تجربہ انجام دیا تقریباً وہی آج کل بھی استعمال ہوتے ہیں۔ اس کی صورت یہ ہوتی ہے کہ مختلف شکلوں کے چند برتن لئے جاتے ہیں۔ ان برتنوں کو یکے بعد دیگرے ترازو کے ایک بازو سے لٹکایا جاتا ہے۔ برتن میں پانی اتنی بلندی تک بھرا جاتا ہے کہ دباؤ پیندی کو چھڑا دینے کے لئے کافی ہو جاتا ہے اور ترازو کے دوسرے بازو پر ایک وزن کو اٹھا دیتا ہے۔

پیسکل نے ایک تجربہ یہ بھی انجام دیا کہ دو سطحوں والے ایک بند برتن میں، مثلاً ایک نلی میں جس کے دونوں بازو بہ شکل "لا" موڑ دئے گئے ہوں، اس نے دو متحرک ڈاٹیں یا فشارے لگائے۔ اس میں سے ایک کی سطح دوسرے سے سوگنا رکھی۔ تو پہلی ڈاٹ پر ایک آدمی کی قوت دوسری ڈاٹ پر سو آدمیوں کی قوت کو متوازن کر دے گی۔ اس لئے پیسکل کہتا ہے کہ:-

"پانی سے بھرا ہوا ایک برتن میکانیات کا ایک نیا اصول ہے اور ایک نئی مشین ہے جس سے قوتوں کو جس درجہ تک چاہیں مضاعف کر سکتے ہیں۔"

طریسلی کے تجربے

ارسطو اور افلاطون کے یہاں بھی اس امر کا پتہ چلتا ہے کہ ہوا میں وزن ہے۔ لیکن اس پر بحث کہیں نہیں ملتی گلیلیو اور طریسلی کے زمانے تک یہی حال رہا۔ پھر ان دونوں نے تجربے انجام دے کر تمام باتیں واضح کیں۔

اس وقت تک یہ خیال عالمگیر تھا کہ فطرت کو خلا سے نفرت ہے۔ ارسطو نے یہ فتویٰ دیا کہ خلا کا وجود نہیں ہو سکتا۔ دی کارت تک اسی خیال کا حامی تھا۔ کوئی دو ہزار برس تک اس نفرت خلا کا دور دورہ رہا۔ چنانچہ اس نفرت کا یہ نتیجہ بتلایا جاتا تھا کہ جہاں کہیں خلا پیدا ہوتا ہے تو فطرت

آس پاس کی ایک نہ ایک چیز لے کر اس خلا کو فوراً پر کر دیتی ہے۔ گلیلیو بھی اس خیال سے بالکل بری نہ تھا۔ اس کو جب اطلاع دی گئی کہ ایک پمپ بنایا گیا ہے جس سے پانی صرف تینتیس فٹ کی بلندی تک اُٹھایا جا سکتا ہے تو اُسے بڑا تعجب ہوا۔ اُس نے کہا کہ "نفرتِ خلاء" ایک قوت ہے جس کے حدود ہیں اور جس کی پیمائش کی جا سکتی ہے۔

گلیلیو کو یہ معلوم تھا کہ ہوا میں وزن ہے کیوں کہ اس نے شیشے کے ایک غبارے کو معمولی دباؤ پر ہوا سے بھرا اور پھر اس کو بلند دباؤ پر ہوا سے بھرا۔ دونوں کے وزنوں کا فرق دریافت کر لیا۔ پھر اس نے ہوا کی کثافت پانی سے ۴۰۰ گنا کم قرار دی۔ اس کو یہ بھی معلوم تھا کہ پانی کے کالم کی بلندی سے خلا کے خلاف کتنی مزاحمت ہوتی ہے لیکن یہ دونوں باتیں اس کے ذہن میں علاحدہ علاحدہ تھیں۔ اس کے شاگرد طریسلی نے، جس کا ذکر اس سے پیشتر کیا جا چکا ہے، ان دونوں باتوں میں رابطہ دریافت کیا اور بالآخر ہوا کو دباؤ پیدا کرنے والے سیالوں میں داخل کیا۔

ایوان جلستا[1] طریسلی ۱۶۰۸ء میں پیدا ہوا۔ ایک لیسوعی[2] مدرسے میں اس نے ریاضی کا مطالعہ شروع کیا اور روما میں کسطلی[3] کے تحت اس کو جاری رکھا۔ بالآخر فلارنس میں ریاضی کا پروفیسر ہو گیا۔ صورت یہ ہوئی کہ طریسلی کو گیلیلیو کی تصنیفات کہیں سے مل گئیں۔ اس نے ان کا خوب مطالعہ کیا اور پھر میکانیات پر چند مضامین شائع کیے۔ اس کی اطلاع گیلیلیو کو پہنچی جو اس وقت نظر بند تھا۔ گیلیلیو کو اس مضمون نگار سے ملنے کی خواہش ہوئی چناں چہ

---

[1] Evangelista Torricelli [2] Jesuits

[3] Castelli

اس نے بہ اصرار تمام طریسلی کو فلارنس بلایا۔ طریسلی نے دعوت قبول کرلی۔ گیلیلیو تو نابینا ہو ہی چکا تھا۔ طریسلی کی صحبت کی وجہ سے گیلیلیو کے آخری ایام ذرا اچھی طرح کٹ گئے۔ تین ہی مہینے اس پر گزرنے پائے تھے کہ گیلیلیو نے سفر آخرت اختیار کیا۔ اس کے مربی یعنی ٹسکنی کے گرانڈ ڈیوک نے طریسلی کو گیلیلیو کا جانشین مقرر کردیا۔ اس طرح طریسلی فلارنس میں ریاضی کا پروفیسر مقرر ہوا۔

گیلیلیو کے انتقال کے بعد طریسلی نے اس کے بہت کچھ کاغذات حاصل کر لئے تھے۔ ان میں ایسے کاغذ بھی تھے جن میں حرکت کے کلیات سے بحث تھی۔ ان کی اشاعت وہ کر نہ سکتا تھا۔ اس لئے ان کاغذات کو اس نے خفیہ طریقے سے اٹلی کے باہر دلن دیز میں بھجوادیا۔ وہاں یہ کاغذات چھپے کیوں کہ عدالت تعذیب کا احتساب وہاں قائم نہ تھا۔

طریسلی نے گیلیلیو کی صحبت میں زیادہ مدت نہیں گزاری۔ لیکن جوہر قابل تھا۔ اس لئے تھوڑے ہی عرصہ کی صحبت نے اس کو گیلیلیو کا مشہور ترین شاگرد مشہور کردیا۔ ۱۶۴۷ء میں اس کا انتقال ہوا۔

جب کسی پچکاری کی نلی کو پانی کے اندر داخل کرکے اس کے دستہ کو اوپر کھینچا جاتا ہے تو پانی پچکاری کے اندر چڑھ جاتا ہے۔ اس کا سبب یہ ہے کہ جتنی جگہ ہوا سے خالی ہو جاتی ہے اتنی ہی جگہ میں پانی چڑھ جاتا ہے۔ اسی طرح اگر پمپ کے ساتھ بھی یہی عمل کیا جائے تو پانی پمپ میں چڑھ جائے گا۔

گیلیلیو کے جو مسودے حاصل ہوئے تھے اُن میں طریسلی کو ایسا مسودہ بھی ملا جس میں اس مسئلہ کا ذکر تھا۔ اس سے معلوم ہوتا ہے کہ گیلیلیو نے اتنا دریافت کرلیا تھا کہ پانی ۳۴ فٹ کی بلندی تک چڑھ سکتا ہے۔ لیکن

وہ اس کی توجیہ نہ کر سکا تھا۔ طریسلی نے بتلایا کہ پچکاری یا پمپ کے اندر پانی جو چڑھتا ہے تو کسی چیز کے دباؤ کی وجہ سے چڑھتا ہے۔ یہ چیز اس نے بتلائی کہ ہوا ہے۔ چوں کہ اس میں وزن ہوتا ہے اس لئے وہ دباؤ ڈالتی ہے۔ جو پانی کی کھلی سطح پر پڑتا ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ پانی اس مقام تک چڑھ جاتا ہے جو ہوا سے خالی ہوتا ہے۔ اس کی تائید اس امر سے ہوتی ہے کہ جب تک پچکاری، پمپ یا نل کے اندر ہوا بھری رہتی ہے اس میں پانی نہیں چڑھ سکتا لیکن ہوا سے خالی ہوتے ہی پانی اس کے اندر چڑھ جاتا ہے۔

طریسلی نے اس دریافت سے یہ نتیجہ نکالا کہ جب ہوا کے نہ ہونے سے یا اس کے دباؤ سے پانی ۳۴ فٹ اونچا چڑھ جاتا ہے تو پارہ، جو پانی سے کوئی ۱۴ گنا بھاری ہوتا ہے، ۳۴ فٹ کا ۱/۱۴ یعنی ۲ ۳/۷ فٹ یا کوئی ۲۹" انچ کی بلندی تک چڑھ سکتا ہے۔

۱۶۴۳ء میں بہ مقام فلارنس ونچنزو ویویانی[51] (۱۶۲۲ء — ۱۷۰۳ء) نے طریسلی تجربہ کو انجام دیا۔ ویویانی ۱۷ برس کی عمر میں گیلیلیو کا شاگرد ہو گیا تھا اور اب طریسلی کے زیر ہدایت کام کر رہا تھا۔ تجربہ کی صورت یہ تھی کہ شیشے کی ایک لمبی نلی لے کر اس میں کچھ پارہ بھر دیا۔ نلی کا نیچے والا حصہ ایسے برتن میں رکھا جس میں پارہ بھرا ہوا تھا۔ تو پارہ اس نلی میں تیس انچ اونچا چڑھ گیا۔ اس سے ایک آلہ بن گیا جس کو بارپیما[52] کہتے ہیں۔ ابتدائی بارپیما کو شکل ۱۵ء میں دکھلایا گیا ہے۔

---

[51] Vincenzo Viviani

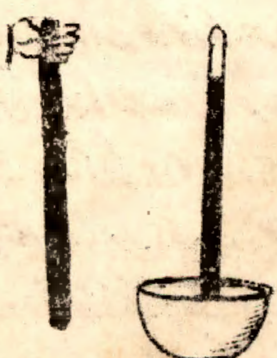
[52] Barometer



شکل ۱۵

چوں کہ پارہ اس نلی میں ہوا
کے وزن کے مطابق چڑھتا
اترتا تھا اس لئے اس کے
ذریعہ طریسلی ہوا کا وزن
معلوم کرلیتا تھا۔ نلی میں
اس نے فٹ اور انچ کے
نشان لگا دئے تھے اُن
سے اس کو معلوم ہو جاتا تھا
کہ فلاں مقام کی ہوا کس قدر
بھاری ہے یا کس قدر ہلکی ہے۔

طریسلی کے اس مشہور و معروف تجربے کو اب بھی یوں انجام دیا جاتا ہے کہ موٹی دیوار شیشے کی ایک نلی کوئی ایک میٹر (۱ گز سے کچھ زیادہ) لمبی لی جاتی ہے جس کی تراش ایک مربع سنٹی میٹر ہوتی ہے۔ اس نلی کا ایک سرا بند ہوتا ہے اور دوسرا کھلا ہوتا ہے۔ اس میں پارہ بھر کر انگوٹھے سے اس کو حسب شکل ۱۶ بند کر دیا جاتا ہے۔ پھر ایک برتن میں پارہ بھر کر پارہ بھری نلی اس میں اُلٹ دی جاتی ہے۔ اُلٹتے ہی پارہ نلی میں اُتر کر برتن کے پارے کی سطح سے کوئی تیس انچ پر ٹھہر



شکل ۱۶

جاتا ہے۔ اس کے اوپر نلی کا جو حصہ ہوتا ہے وہ خالی رہتا ہے۔ اسی خالی حصّے کو طریسلی خلا کہتے ہیں۔

طریسلی نے خود اپنی تحقیق کی اشاعت کبھی نہیں کی۔ اس وقت وہ ریاضی کے بعض مسائل میں بہت منہمک تھا۔ اس کے چند سال بعد اس کا انتقال ہی ہوگیا۔ لیکن اپنے تجربوں کو وہ دو خطوں میں بیان کر گیا ہے جو ۱۶۴۴ء میں اس نے اپنے دوست ایمؔ لے رکسی کو روما میں لکھے تھے۔ یہ خطوط محفوظ ہیں۔ ان میں اس نے بیان کیا ہے کہ اس کا مقصد خلا پیدا کرنا نہ تھا بلکہ ایک ایسا آلہ تیار کرنا تھا جو ہوا کے بھاری پن اور ہلکے پن کو بتا سکے۔

رکسی نے ۱۶۴۴ء میں پیر مرسّاں[۲] کو پیرس میں ایک خط لکھا جس میں طریسلی تجربے کو بیان کیا تھا۔ مرساں اپنی کثیر مراسلت کی وجہ سے ارباب سائنس کے درمیان واسطے کا کام دیتا تھا۔ اس خبر نے فرانسیسی علما، سائنس میں ایک ہیجان سا پیدا کر دیا لیکن ۱۶۴۶ء سے پہلے یہ تجربہ وہاں انجام نہیں دیا گیا۔

پیسکل کو غالباً تجربہ کی تفصیلی اطلاع نہیں پہنچی۔ کیوں کہ اس نے اس مسئلہ پر بذات خود غور کیا اور اس نتیجہ پر پہنچا کہ فطرت میں خلا ناممکن نہیں ہے۔ اور اس کو خلا سے اتنی نفرت نہیں ہے جتنی کہ لوگ سمجھتے ہیں۔ پیسکل کا استدلال یہ تھا کہ اگر ہوا کا دباؤ ہی پارے کے کالم کو سنبھالتا ہے۔ تو بلندی پر جا کر یہ کالم چھوٹا ہو جانا چاہیئے۔ چناں چہ پیرس میں کافی بلندی نہ پا کر اس نے اپنے برادر نسبتی کو لکھا کہ ایک اونچے پہاڑ پر اس تجربے کو انجام دے چناں چہ وہاں پارے کی بلندی میں تین انچ کا فرق پایا گیا۔ پیسکل اس نتیجہ

Pere Mersenne ۲؎　　M.A. Ricci ۱؎

سے بہت خوش ہوا۔ اس نے تجربہ کو دہرایا۔ لیکن پارے کی بجائے سُرخ شراب استعمال کی۔ اس کے لئے شیشے کی نلی کوئی ۴۶ فٹ کی درکار ہوئی۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ اس زمانے میں شیشے کی نلیاں بننے لگی تھیں۔

ہوائی دباؤ پر گوئریکے کے تجربے

آٹو فان گوئریکے[۱] (۱۶۰۲ء — ۱۶۸۶ء) شہر ماگڈیبرگ[۲] واقع جرمنی کے ایک سربرآوردہ خاندان سے تعلق رکھتا تھا۔ اس نے جرمنی کی جامعات میں تعلیم پائی پھر لیڈن گیا۔ اس نے انگلستان اور فرانس کا بھی سفر کیا۔ تیس سالہ جنگ میں ماگڈیبرگ ۱۶۳۱ء میں تباہ ہوگیا۔ گوئریکے اور اس کے خاندان کو جان بچا کے بھاگنا پڑا۔ بعد میں وہ فوجی انجینیر ہوگیا ۱۶۴۶ء میں وہ ماگڈیبرگ کا میر بلدیہ ہوگیا۔

خلا سے متعلق جو مباحثے اس زمانے میں جاری تھے انھوں نے گوئریکے کو مطالعہ پر آمادہ کر دیا۔ چناں چہ اس نے تجربی طریقہ پر اس مسئلہ کو حل کرنا چاہا۔ ۱۶۶۳ء میں اس نے "خلائے فضائی" کے نام سے ایک کتاب تیار کی جو ۱۶۷۲ سے قبل شائع نہ ہو سکی۔ اس کتاب کے سات حصّے ہیں۔ تیسرے حصّے میں خود اس کے تجربے ہیں۔ حال ہی میں اس کی کتاب جرمنی میں ترجمہ ہوکر شائع ہوئی ہے۔

اس سلسلے میں گوئریکے نے جو تجربے انجام دئے اُن کی ابتدا یوں ہوئی کہ اس نے شراب کا ایک مضبوط پیپا لیا۔ اس میں پانی بھر دیا۔ پھر پیپے کے نیچے پیتل کا ایک پمپ لگا کر پانی نکالنے کی کوشش کی۔ پیپے سے پمپ کو ملانے والی جو نلکیاں اور لوہے کے پیچ تھے وہ ٹوٹ گئے۔ دوبارہ پمپ

۱؎ Otto von Guericke   ۲؎ Magdeburg

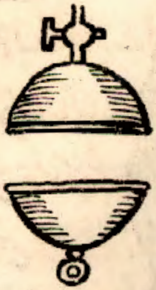
زیادہ مضبوطی سے لگایا گیا۔ اب پمپ کے فشارے کو تین قوی آدمیوں نے کھینچا تب کہیں جاکر پانی نکل سکا۔ اس وقت ایسا شور سنائی دیا کہ گویا باقی ماندہ پانی اُبل رہا ہے۔ یہ کیفیت اس وقت تک جاری رہی جب تک کہ ہولنے خارج شدہ پانی کی جگہ نہ لے لی لکڑی کے پیپے کی جگہ اب تانبے کا ایک گلوب لیا گیا حسب سابق عمل کیا گیا۔ پہلے تو فشارے کی حرکت آسانی سے ہوئی اور سب نے خوف زدہ ہوکر دیکھا کہ تانبے کا کرہ پھٹ گیا۔ اس کے بعد اس سے بھی زبردست کردی برتن دھات کا لیا گیا۔ اس کو ہوا سے خالی کیا گیا۔ جب ٹونٹی کھولی گئی تو اس زور سے اندر داخل ہوئی کہ پاس کے آدمی کھنچنے سے لگے۔ دُور کے آدمی کی سانس رُک گئی۔

اس کے بعد گوئریکے نے ہوا پمپ ایجاد کیا جو آج تک اس کے نام سے موسوم ہے۔ اس میں اس کا انتظام تھا کہ مختلف قسم کے زیر تجربہ برتن اس پر رکھے جاسکیں۔ اس سے بہت سے تجربے انجام دئے گئے۔ مثلاً خلا کے اندر سے گھڑی کی آواز نہ سنائی دی، شعلہ خلا کے اندر بجھ گیا، ایک پرند نے اس کے اندر اپنی چونچ پھیلادی سانس لینے کی کوشش کی اور مرگیا، مچھلیاں زندہ نہ رہیں۔ ایسے خلاء میں انگور چھ مہینے تک محفوظ رہ سکتے ہیں۔

گوئریکے نے ہوا کا وزن دریافت کیا۔ پہلے ہوا سے بھرے ایک برتن کا وزن معلوم کیا، پھر اپنے پمپ سے اس کو خالی کرکے وزن کیا۔ دونوں وزنوں کے فرق سے ہوا کا وزن معلوم کرلیا۔ آج بھی درسی کتابوں میں اسی تجربہ کا ذکر کیا جاتا ہے۔ اسی طرح ماگدیبرگی نصف کردں والا تجربہ ہے۔ گوئریکے نے ایسے نصف کرے بنائے تھے۔ اُن کا قطر ۲/۱ ۱ فٹ کا تھا ۱۶۵۴ء میں بہ مقام رگنسبرگ[ل] شہنشاہ اور اُس کے درباریوں کے سامنے گوئریکے

ل Regensburg

نے یہ تجربہ انجام دیا۔حسب شکل ۱۷ع اس نے نصف کروں کے کنارے ایسے رکھے کہ وہ ایک دوسرے پر اچھی طرح بیٹھ سکیں۔ ان میں سے ایک میں اس نے ایک چھلّا لگا دیا اور دوسرے میں ایک ٹونٹی لگا دی جو ہوا پمپ سے ملائی جا سکتی تھی۔ اب ٹونٹی والے نصف پر جب دوسرا نصف رکھا گیا تو چھلّا پکڑ کے اس نصف کو آسانی سے جدا کیا جا سکتا تھا لیکن اس نے دونوں کو ملا کر ہوا پمپ سے



شکل ۱۷ع

لگا دیا اور جہاں تک ہو سکا اندر کی ہوا خارج کر دی۔ اب دونوں کروں کو جدا کرنے کے لئے زبردست قوت کی ضرورت واقع ہوئی۔ چناں چہ چار چار کی چوکڑیوں میں ۱۶ گھوڑے دونوں کروں پر لگائے تو وہ جدا ہوئے۔ اس قوت کا اندازہ یوں بھی ہو سکتا ہے کہ فرض کرو کہ کرے کی بیرونی سطح ایک مربع گز یا ۱۲۹۶ مربع انچ ہے۔ ہوا کا دباؤ چوں کہ ۱۵ پونڈ فی مربع انچ ہوتا ہے اس لئے قوت ۱۲۹۶ × ۱۵ پونڈ یعنی تقریباً ۸½ ٹن درکار ہوگی۔

اس زمانے میں گوئرکیے نے اور بھی تجربے انجام دئے۔ چناں چہ اس نے یہ دعویٰ کیا کہ اگر کوئی شخص کسی بڑے برتن میں جس میں سے ہوا نکال لی گئی ہو، پھونکے تو وہ اس کی آخری سانس ہوگی۔ اس کی تصدیق کے لئے اس نے ایک بڑے پمپ کے اسطوانہ میں ایک رسی رکھی جس کو فشارے سے باندھ دیا اسی ایک چرخی پر سے گزاری جس کے بعد اس کی بہت سی شاخیں کر دیں تاکہ بیس تیس آدمی اس کو کھینچ سکیں۔ جب ایک خالی شدہ برتن سے اسطوانہ کو

ملادیا گیا تو ہوا کے دباؤ نے فشارہ کو یکایک نیچے اتار دیا۔ اس کی وجہ سے رسیوں کو جو لوگ پکڑے ہوئے تھے وہ آگے کی طرف گر پڑے۔

رابرٹ بائل

تصویر ع۹



سر رابرٹ بائل (بانی رائل سوسائٹی لندن)

رابرٹ بائل[1] ساتواں بیٹا اور چودھویں اولاد تھا ایک شخص رچرڈ[2] بائل نامی کا جو ڈارسٹ[3] شائر کا رہنے والا تھا۔ اس کو ایک سرکاری کام پر آئرستان[4] بھیجا گیا۔ وہاں اس نے ایک مال دار خاتون سے شادی کرلی پسندیدہ خدمات کے عوض بادشاہ نے اس کو ارل[5] آف کارک بنادیا۔ اس حیثیت سے وہ لسمور[6] ضلع واٹرفورڈ[7] میں رہتا تھا۔ وہیں رابرٹ بائل پیدا ہوا۔ اس وجہ سے اس کو بعض اوقات آئرستانی کہا جاتا ہے۔

---

[1] Robert Boyle [2] Richard Boyle

[3] Dorsetshire [4] Ireland [5] Earl of Cork

[6] Lismore [7] Waterford

اپنی خود نوشت سوانح عمری میں وہ کہتا ہے کہ چند ہم عمر لڑکوں کے ساتھ وہ کھیلا کرتا تھا۔ وہ لڑکے ہکلاتے تھے۔ بائل نے ان کی نقل کرنا شروع کی تو خود بھی ہکلانے لگا۔ پھر یہ عارضہ اس کو ایسا لاحق ہوا کہ باوجود متعدد علاجوں کے کوئی نفع نہیں ہوا۔

آٹھ برس کی عمر میں وہ ایٹن[1] کے کالج میں داخل ہوا۔ چار برس وہاں گزارے۔ ۱۶۳۸ء میں وہ جنیوا[2] چلا گیا۔ وہاں ایک روز ایسا زبردست طوفان باد و باراں کا آیا کہ اس نے سمجھا کہ قیامت آ ہی گئی۔ چناں چہ وہ مذہب کی طرف رجوع ہوا۔ اور اخیر زمانے کی اس کی تصنیفات زیادہ تر دینیات پر ہیں۔ ۱۶۴۴ء میں وہ وطن واپس آیا۔ یہاں اس نے دیکھا کہ بڑی افراتفری پھیلی ہوئی ہے۔ لیکن ۱۶۴۵ء میں ایک انجمن فلسفہ کے جلسوں میں وہ شریک ہوا۔ اس انجمن کو وہ مخفی کالج کہا کرتا تھا۔ یہی انجمن بعد میں چل کر رائل سوسائٹی بن گئی جس کے بانیوں میں بائل کا نام بھی ہے اور کچھ عرصہ تک وہ اس سوسائٹی کا صدر بھی رہا۔

۱۶۵۴ء میں وہ آکسفورڈ میں سکونت پذیر ہوگیا۔ وہاں اس نے ایک تجربہ خانہ قائم کیا جس میں کچھ لوگ ملازم رکھے۔ اور رابرٹ ہک[3] کو اپنا مددگار مقرر کیا۔

چوں کہ بائل ایک متمول شخص تھا اس لئے تلاش معاش میں اس کو ملازمت وغیرہ کی تلاش کرنے کی ضرورت کبھی لاحق نہیں ہوئی۔ یہی وجہ ہے کہ اس نے اپنی زندگی تجربائی سائنس کے لئے وقف کر دی اور فکر معاش نے کبھی اس کی تحقیق میں خلل نہیں ڈالا۔ چناں چہ سائنس کے جس موضوع کو

Robert Hooke [3] Geneva [2] Eton [1]

بھی لیا اس میں داد تحقیق دی۔ اس میں اپج تھی۔ اس کا استدلال ہمیشہ درست اور قوی ہوتا تھا۔

۱۶۶۸ء میں وہ آکسفورڈ سے لندن میں منتقل ہو گیا۔ چالیس برس تک اس کی صحت خراب رہی۔ اس کا حافظہ اس کو بہت دھوکا دیتا تھا۔ یہاں تک کہ وہ سب کچھ چھوڑ دینے پر آمادہ ہو جاتا تھا۔ بہ ایں ہمہ وہ بہت پر نویس تھا۔ اس کو اندرون اور بیرون ملک اچھی شہرت حاصل تھی ــ ۱۶۵۷ء سے قبل وہ گسانڈی، دی کارت، یا بیکن کی تصنیفات کے مطالعہ سے گریز کرتا رہا۔ وہ یہ سمجھتا تھا کہ اپنی تحقیقات سے قبل دوسروں کا مطالعہ کرنے سے اس کی رائے متاثر ہو جائے گی۔ بائل نے کوئی ۶۴ برس کی عمر پاکر ۱۶۹۱ء میں انتقال کیا۔

کلیۂ بائل:۔ بائل کی شہرت کیمیا میں زیادہ ہے۔ لیکن طبیعیات میں بھی اس نے ایک یادگار چھوڑی ہے۔ چناں چہ اس کا سب سے بڑا کارنامہ وہ کلیہ ہے جو آج تک اُس کے نام سے موسوم ہے۔ اس کلیہ کا انکشاف اس کو نہ ہوتا اگر ایک مدعی طبیعیات نے اس پر ایک مہمل سی تنقید نہ کی ہوتی۔ قصہ یوں ہے کہ بائل نے "تجرباتِ نو" کے نام سے ایک کتاب لکھی تھی۔ اس کو جب ولندیزی پروفیسر فرانسکس[1] لینس نے مطالعہ کیا تو یہ دعوا کیا کہ ۲۹، انچ پارے کے ایک کالم کے وزن کو سنبھالنے کے لئے ہوا، بالکل ناکافی ہے۔ بلکہ حقیقت یہ ہے کہ نلی کے بالائی سرے سے غیر مرئی تاگوں کے ذریعہ سے پارا نکلتا رہتا ہے۔ وہ مدعی تھا کہ جب اس نے نلی کے بالائی سرے کو اُنگلی سے بند کیا تو اُسے یہ تاگے یا ڈورے محسوس ہوئے۔ یہ تنقید بائل کے سمند

---

[1] Franciscus Linus

تحقیق پر تازیانہ کا کام کر گئی۔ اس نے طے کر لیا کہ ایسے تجربے انجام دے گا جس سے ہوا کا اچھال پورے طور پر ظاہر ہو جائے اور طریسلی تجربہ کی توجیہ ہو جائے۔ چناں چہ خود بائل کے الفاظ میں تجربہ حسب ذیل ہے:۔

"ہم نے شیشے کی ایک لمبی نلی لی۔ چابک دستی سے ہم نے ایک لمپ کی مدد سے اس کو اس طرح موڑا کہ نلی کے دو بازو ہو گئے۔ چھوٹا بازو بڑے بازو کے تقریباً متوازی ہو گیا۔ چھوٹے بازو کے منہ پر مہر سلیمانی لگا دی گئی۔ اس کے طول کو انچوں میں تقسیم کیا گیا اور ہر انچ کو آٹھ حصوں میں۔ یہ پیمانہ کاغذ پر بنا تھا جو بازو پر چسپاں کر دیا گیا تھا۔ اسی طرح کا ایک پیمانہ بڑے بازو پر بھی چسپاں کیا گیا۔ پھر اتنا سیماب ڈالا گیا کہ نلی کا خم بھر گیا اور دونوں بازوؤں میں برابر کی بلندی تک پارا چڑھ گیا۔ یہ ہو چکا تو ہم نے بڑے بازو میں سیماب ڈالنا شروع کیا تو چھوٹے بازو کی ہوا دب کر سابق کی آدھی فضا میں سما گئی اس وقت ہم نے بڑے بازو کو دیکھا اور ہم کو مسرت اور اطمینان حاصل ہوا جب ہم نے دیکھا کہ نلی کے بڑے بازو میں سیماب ۲۹ انچ بلند تر تھا۔"

یہ نلی اتفاق سے ٹوٹ گئی۔ ایک دوسری نلی تیار کی گئی اور اس سے تجربے انجام دئے گئے۔ کرہ ہوا کے دباؤ سے کم دباؤ حاصل اور استعمال کئے گئے چناں چہ پارے کے ۱ ۳/۸ انچ سے لے کر ۱۱۷ ۹/۱۶ انچ تک کے دباؤ کام میں لائے گئے۔ ہر مرتبہ حقیقی دباؤ کا مقابلہ اس دباؤ سے کیا گیا جو اس دعوے کی رو سے حاصل ہوا جس میں دباؤ پھیلاؤ کے ساتھ معکوس تناسب میں مانے جاتے ہیں۔ مشاہدے اور نظریہ کی قیمتوں میں بہت کافی مطابقت پائی گئی۔

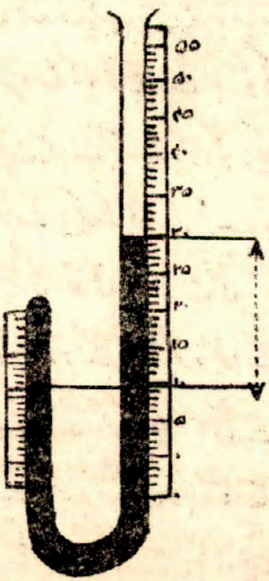
یہ تو تاریخی حیثیت سے کلیے کا بیان ہوا۔ لیکن آج کل اس کو یوں بیان کیا جاتا ہے کہ اگر کسی گیس کی تپش مستقل ہو تو اس پر جو دباؤ ہو گا وہ اس کے

حجم کے بالعکس متناسب ہوگا یعنی اگر دباؤ بڑھایا جائے گا تو حجم گھٹ جائے گا اور دباؤ کم کرنے سے حجم بڑھ جائے گا۔ اس کا یہ نتیجہ ہوتا ہی کہ ہر دو صورتوں میں دباؤ اور حجم کا حاصل ضرب مستقل رہتا ہی۔ اس کو علامتی زبان میں یوں بیان کرتے ہیں کہ اگر

د = ہوا پر دباؤ ح = ہوا کا حجم

تو د × ح = مستقل۔

آج کل بھی اس کی تصدیق کے لئے وہی طریقہ کام میں لاتے ہیں جس سے بائل نے کام لیا تھا۔ چناں چہ حسب شکل ۱۸ نلی تیار کی جاتی ہی۔ اس کی دیواریں ذرا موٹی ہوتی ہیں تاکہ پارے کو آسانی سے سہار سکیں۔ یہ نلی لکڑی کے ایک ایستادے[۱] پر لگی رہتی ہی تاکہ سیدھی کھڑی رہ سکے۔ نلی ا ب ج د کے بازو ا ب ج میں پارا ڈالا جاتا ہی کہ خم ج بھر جاتا ہی چھوٹے بازو ج د میں پارا آہستہ آہستہ چڑھتا ہی کیوں کہ ج د کا سرا بند ہی۔ فرض کرو کہ دونوں بازوؤں میں پارا اس وضع میں آگیا ہی جو شکل میں دکھلائی گئی ہی۔ تو اب



شکل ۱۸ ج

بازو ج س میں د س ہوا کو ظاہر کرتا ہی۔ یہی ہوا کا حجم ہی۔ پارے کی بلندی د تک ہی۔ بڑے بازو میں بلندی

۱؎ Stand

ب تک ہے۔ ان دونوں بلندیوں میں جو فرق ہے وہ شکل میں دکھلایا گیا ہے۔ بڑے بازو میں جو زائد پارا ہے یہ اس کا دباؤ ہوگا۔ اب اگر کرہ ہوا کا دباؤ اس میں اور شامل کر لیا جائے تو مقید گیس پر جملہ دباؤ حاصل ہوگا۔ اب اگر نلی ج س میں حجم بتلانے والا پیمانہ ہو تو حجم ہوا کا معلوم ہو سکتا ہے ورنہ س د کا طول بھی کافی ہو سکتا ہے۔ اب جملہ دباؤ کو حجم سے ضرب دو تو ایک حاصل ضرب ملے گا۔ اب مزید پارا ڈال کر بلندی بڑے بازو میں پ سے زیادہ کر دی جائے تو چھوٹے بازو میں بھی بلندی د سے کچھ اوپر ہو جائے گی۔ اب حسب سابق جملہ دباؤ کو حجم سے ضرب دیا جائے تو پھر وہی حاصل ضرب ملے گا۔ اسی طرح جتنے بھی دباؤ اور حجم لئے جائیں گے سب کا حاصل ضرب ایک ہی ملے گا۔ اس طرح بائل کے کلیے کی تصدیق ہو جاتی ہے۔

اب اس تجربے میں بہت سی اصلاحیں کر دی گئی ہیں جس سے بآسانی تجربہ انجام دیا جا سکتا ہے۔ لیکن یہاں توضیحاً صرف بائل کی نلی کے تجربے پر اکتفا کیا گیا۔

یہاں یہ بیان کر دینا مناسب معلوم ہوتا ہے کہ کلیۂ بائل کی اشاعت کے چودہ برس بعد فرانس میں اڈمی ماریوت[۵] (۱۶۲۰ء — ۱۶۸۴ء) نے اس کلیہ کو علاحدہ طور پر دریافت کیا تھا۔ فرانس میں اس کو کلیۂ ماریوت ہی کہتے ہیں ۱۶۷۶ء میں ماریوت نے ایک کتاب ہوا کی نوعیت پر لکھی۔ اس میں وہ لکھتا ہے کہ "ہم نے ۴۰، انچ لمبی ایک نلی لی جس کو میں نے $27\frac{1}{2}$ انچ تک پارے سے بھر دیا۔ $12\frac{1}{2}$ انچ ہوا رہ گئی۔ اب اس نلی کو پارے کے ایک برتن میں ایک انچ اتار دیا تو ۳۹، انچ نلی اوپر رہی۔ اس میں ۱۴،

۵ـ Edme Marriotte

انچ پارا تھا اور ۲۵ ، انچ ہوا جو پہلے سے دگنی تھی ۔ اس طرح متعدد مرتبہ تجربہ کرنے سے واضح ہوگیا کہ فطرت کا یہ قاعدہ یا کلیہ ہو کہ ہوا اس وزن کے تناسب سے دبتی ہو جو اس پر بار ہوتا ہو"۔

بائل کی دوسری قابل ذکر تصنیف "ماسکونی تضادات"[1] ہو۔ اس میں اُس نے ماسکونیات سے متعلق بہت سے مسائل بیان کئے ہیں۔ اور اس خیال کی تردید کی ہو کہ ہلکا مائع بھاری مائع کے خلاف دباؤ نہیں ڈال سکتا۔ اس قسم کی تردیدوں سے اس بات کا پتہ چلتا ہو کہ سیالی دباؤ سے متعلق صحیح خیالات کی نشر و اشاعت کس قدر آہستہ ہوئی ہو۔

حرارت تپش پیما کا نشو و نما:۔ تپش پیما ایک ایسا طبیعی آلہ ہو جس کا استعمال اتنا ہوتا ہو کہ شاید ہی کسی آلے کو اتنا استعمال کیا جاتا ہو۔ سترھویں صدی ہی میں اس آلے کا نشو و نما عمل میں آیا۔

عصری تاریخی تحقیق کا فیصلہ یہی ہو کہ تپش پیما کو سب سے پہلے گیلیلیو نے ایجاد کیا۔ گیلیلیو کے شاگرد دیویانی نے اس ایجاد کی تاریخ ۱۵۹۳ء بتلائی ہو ایک دوسرا شاگرد کسطلی کہتا ہو کہ اس نے ۱۶۰۳ء میں گیلیلیو کو اپنے لکچروں میں تپش پیما استعمال کرتے دیکھا ہو۔

گیلیلیو نے سب سے پہلا جو تپش پیما بنایا تھا اس میں مرغی کے انڈے کے برابر شیشہ کا ایک جوفہ[2] تھا۔ اس میں ایک لمبی ساق[3] لگی تھی جس کی موٹائی سینک کے برابر تھی۔ یہ پانی میں ڈوبی رہتی تھی ۔ جوفہ کو پہلے سے گرم کرکے پانی کا کچھ حصہ نلی (ساق) میں چڑھایا جاتا تھا۔ ہوا کی تپش اور دباؤ کے تغیرات کا

---

[1] Hydrostatic Paradoxes
[2] Bulb
[3] Stem

اس پر اثر پڑتا تھا۔ اور نلی کی درجہ بندی بھی من مانی ہوتی تھی۔ ان وجوہ سے گیلیلیو کا ہوائی تپش پیما بہت ناقص تھا۔

گیلیلیو کے تپش پیما کا جوفہ اوپر رہتا تھا۔ اس میں سے سب سے پہلی اصلاح ایک فرانسیسی طبیب ژاں[1] رے نے یہ کی کہ جوفہ نیچے کر دیا۔ جوفہ کو پانی سے بھر دیا اور ساق میں ہوا رکھی۔ گویا ہوا کی بجائے پانی کو تپش پیمائی شے قرار دیا۔ یکم جنوری ۱۶۳۲ء کو اس نے اس طریقہ کی اطلاع مرسان کو کر دی۔ چوں کہ رے خود ساق کے سرے بند نہ کرنا چاہتا تھا اس لئے پانی کی تبخیر[2] سے خطائیں پیدا ہو جاتی تھیں۔ ۱۶۳۶ء تک بنانے والوں نے اتنی مہارت پیدا کر لی تھی کہ جوفہ اور ساق میں ایسا تناسب رکھتے تھے کہ سال بھر میں مائع ساق کے پورے طول پر چڑھنے اترنے لگا تھا۔

رے کی اختراع کے کوئی پچیس برس بعد لوگوں کو ساق کے سرے کو بند کرنے کا خیال پیدا ہوا۔ کہا جاتا ہے کہ ٹسکنی کے گرانڈ ڈیوک فرڈینینڈ دوم کے ایما سے ایسا ہوا۔ نلی کو شراب سے بھرا گیا اور ساق کے ساتھ ایک درجہ دار پیمانہ لگا دیا گیا۔

جن لوگوں نے یہ اصلاح کی وہ سب کے سب گیلیلیو کے شاگرد تھے وہ سب ایک اکادمی کے رکن تھے جو ان لوگوں کی وجہ سے بہت مشہور ہو گئی۔ لیکن اس نے عمر زیادہ نہیں پائی۔ کل دس برس یعنی ۱۶۵۷ء سے ۱۶۶۷ء تک یہ اکادمی قائم رہی۔ اس کی تحلیل کا سبب یہ بتلایا جاتا ہے کہ گرانڈ ڈیوک کا بھائی لیوپالڈ، جو اکادمی کا بانی اور سرپرست تھا، کارڈنیل کے عہدہ کا متمنی تھا۔ اس کو یہ عہدہ اس شرط سے دیا گیا کہ اکادمی برخاست

---

[1] Jean Ray [2] Evaporation

کر دی جائے. لیکن بعض لوگ یہ بھی کہتے ہیں کہ خود اکادمی کے ارکان میں اختلافات پیدا ہو گئے تھے۔ پہلی ہی وجہ زیادہ اغلب ہے۔

اس اکادمی کے سامنے یہ مسئلہ بھی پیش ہوا کہ تپش پیما کے لئے دو ثابت تپشیں کون سی لی جائیں. فلسفیوں اور طبیبوں کے اتباع میں انھوں نے سرما کی سردی اور گرما کی گرمی کو دو ثابت نقطے قرار دیا۔ اور درمیانی فصل کو ۸۰ یا ۴۰ مساوی حصوں میں تقسیم کیا۔ ان نقطوں کو زیادہ صحیح طور پر معین کرنے کے لئے انھوں نے یہ قرار دیا کہ ایک نقطہ تو شدید ترین پالے کے زمانے میں یخ یا برف کی تپش ہے۔ اور دوسری تپش گایوں اور ہرنوں کے بدن کی تپش ہے۔ ان کے نزدیک برف کے پگھلنے کی تپش ۱۳½ تھی ۱۸۲۹ء میں شیشے کے پرانے سامان میں اس زمانے کے چند تپش پیما دستیاب ہوئے تو لبری[1] کے قول کے بموجب وہ پگھلتے برف میں ۱۳½ بتلاتے تھے۔

لیکن اکادمی نے جو دو تپشیں معین کی تھیں وہ قابل اطمینان ثابت نہیں ہوئیں. ہر قسم کی تجویزیں اصلاح کی غرض سے پیش کی گئیں۔ چناں چہ ۱۶۸۸ء میں دالانسے[2] نے پگھلنے کے دوران میں ہوا کی تپش اور پگھلتے مکھن کی تپشیں ثابت قرار دیں۔ پانی کے نقطۂ انجماد اور نقطۂ جوش کا انتخاب تو اٹھارھویں صدی میں ہوا ہے۔ اگرچہ ہوگنس نے ۱۶۶۵ء میں ان میں کسی ایک تپش کے انتخاب کی رائے دی تھی۔

فلارنس کے یہ اطالوی تپش پیما بہت مشہور تھے۔ انگلستان میں ان کو رواج دینے والا بائل تھا۔ فرانس میں وہ پولستان[3] کے راستے پہنچے۔ ۱۶۵۷ء میں گرانڈ ڈیوک نے پولستان کی ملکہ کے سفیر کو تپش پیما اور دیگر آلات پیش

۱۔ Libri ۲۔ Dalence ۳۔ Poland

کئے تھے۔ اس کے معتمد نے ایک تپش پیما برس میں فلکی اسماعیل بولیو کے پاس بھیجا اور یہ کہلایا کہ گرانڈ ڈیوک ہمیشہ اپنی جیب میں ایک تپش پیما رکھتا ہے۔ یہ تپش پیما ۱۰ سنٹی میٹر لمبا تھا اور اس میں الکوہل بھری ہوئی تھی ۱۶۵۹ء میں بولیو نے خود ایک تپش پیما بنایا جس میں تپش پیمائی کے لئے پارا استعمال کیا تھا۔ اس سے پیش تر پارے کے استعمال کا پتہ نہیں چلتا۔ بولیو نے مئی ۱۶۵۸ء سے ستمبر ۱۶۶۰ء تک تپشوں کو درج کیا تھا۔ یہ نوشتہ حال ہی میں دستیاب ہوا ہے۔ فلارنس والے نوشتہ کا آغاز ۱۶۵۵ء میں ہوا تھا۔ اس طرح یہ بولوی نوشتہ دوسرا قدیم ترین نوشتہ ہے۔

حرارت کی نوعیت:۔ انسانی زندگی میں حرارت کو جو اہمیت حاصل ہے اس کا علم صدیوں سے ہے۔ لیکن حرارت کی نوعیت کا صحیح علم ادھر کوئی ڈیڑھ سو برس سے ہی حاصل ہوا ہے۔ سائنس کی ابتداء ہی سے اس کے متعلق دو نظریے قائم رہے ہیں۔ ایک نظریہ جو مادی یا حراَرتی نظریہ کہلاتا ہے، یہ دعوا کرتا ہے کہ حرارت ایک لطیف لچکدار سیال ہے جو اجسام کے چھوٹے چھوٹے ذرّوں کی درمیانی جگہوں میں بھرا رہتا ہے۔ دوسرا نظریہ، جو حرکی نظریہ کہلاتا ہے، یہ کہتا ہے کہ حرارت خود ان چھوٹے چھوٹے ذرّوں کی حرکت کا نتیجہ ہے۔

سترھویں صدی میں یہ نظریہ کچھ زیادہ قوی تجرباتی شہادت پر مبنی نہ تھا۔ ورنہ اٹھارھویں صدی والے اس نظریہ کو رد نہ کرتے۔ مگر تعجب ہے کہ نیوٹن کے قریبی پیشرو مثلاً دیکارت، بائل، ہیکن اور ہک

Caloric ۞ Ismail Boulliau ۞

بلکہ خود نیوٹن بھی اس حرکی نظریے کے حامی تھے اگرچہ "حرارت[1] ایک طرز حرکت" اس کتاب کا عنوان ہے جو ٹنڈال[2] نے ۱۸۶۲ء میں شائع کی۔ بائل نے حرارت کو میکانی طریقے پر پیدا کرنے کے لئے تجربے انجام دئے مثال میں یہ پیش کیا کہ ہتوڑے سے کیل ٹھونکی جائے تو حرارت پیدا ہو جاتی ہے۔

بائل نے جوش یا اُبال پر کرہ ہوائی کے دباؤ کے اثرات کا بھی مشاہدہ کیا اور انجماد[3] کی آمیزوں سے بھی تجربے کئے۔ نیوٹن نے ۱۷۰۱ء میں فلاسفیکل ٹرانزیکشنس میں ایک بیان شائع کیا جس میں یہ دعویٰ مضمر تھا کہ کسی جسم کی شرح تبرید[4] تپش کی اس زیادتی کے متناسب ہوتی ہے جو جسم کو ماحول کی تپش پر ہوتی ہے۔ دولان[5] اور پتی[6] نے اس دعوے کی تجرباتی تصدیق چاہی تو معلوم ہوا کہ یہ دعوا تپش کی چھوٹی حدود میں صحیح ہے۔

آواز:- گیلیلیو اور مارن مرسان[7] نے مرتعش تاروں کو موضوع تحقیق بنایا تھا۔ چناں چہ گیلیلیو نے یہ بتلایا تھا کہ تار سے نکلنے والے سُر کے امتداد[8] کا انحصار ارتعاشوں کی اس تعداد پر ہوتا ہے جو فی ثانیہ سنائی دیتی ہے۔ مرسان نے یہ مشاہدہ کیا کہ تار سے بنیادی[9] سُر کے علاوہ ذو سُرتیاں[10] نکلتی ہیں۔ آکسفورڈ میں ولیم نوبل[11] اور ٹامس پگاٹ[12] نے ایک مرتعش تار کے مختلف مقامات پر

---

1. Heat a mode of Motion
2. Tyndall
3. Freezing Mixtures
4. Rate of Cooling
5. Dulong
6. Petit
7. Marin Mersenne
8. Pitch
9. Fundamental tone
10. Overtones
11. William Noble
12. Thomas Rigott

کاغذ کے زاکب رکھ کر یہ دکھلایا کہ تار نہ صرف بہ حیثیت مجموعی حرکت کرتا ہے بلکہ وہ دو قطعوں، تین قطعوں وغیرہ میں بھی حرکت کرتا ہے۔ جب تار بہ حیثیت مجموعی حرکت کرتا ہے تو اس سے جو سُر نکلتا ہے وہ پہلی سُرتی کہلاتی ہے۔ تین قطعوں کی صورت میں دوسری سرتی نکلے گی۔ اور اسی طرح۔ مرسان نے آواز کی رفتار اس طرح دریافت کی کہ مقررہ مقامات پر جن کے فاصلے معلوم تھے، آتشیں اسلحہ سر کئے۔ پھر اُن کی چمک اور اُن کی آواز کے درمیان وقت کا فرق معلوم کیا۔ اس طرح اس نے آواز کی رفتار [illegible]۸۰ فٹ فی ثانیہ حاصل کی۔ پیرگسانڈی (۱۵۹۲—۱۶۵۵) نے اس مقصد کے لئے توپیں اور پستول بھی استعمال کئے اور اس قدیم مسئلے کو غلط ثابت کیا کہ آواز کی رفتار کا انحصار مبدء اور اس کے امتداد پر ہے۔ اس نے آواز کی رفتار ۱۴۷۳ پیرس فٹ فی ثانیہ حاصل کی۔ پیرس اکادیمی کے اراکین نے قیمت ۱۱۷۲ پیرس فٹ فی ثانیہ حاصل کی۔

نیوٹن نے اپنی کتاب پرنسپیا کی جلد دوم کے مسئلہ ۴۸، ۴۹ اور ۵۰ میں آواز کی رفتار کے لئے ایک نظری ضابطہ اخذ کیا ہے۔ اس نے یہ نتیجہ نکالا کہ رفتار لچکیلی قوت[۵۱] کے جذر کے راست متناسب ہوتی ہے اور واسطے کی کثافت کے جذر کے بالعکس متناسب ہوتی ہے۔ اس ضابطہ سے رفتار کی قیمت ۹۷۹ فٹ فی ثانیہ حاصل ہوئی۔ تجربہ سے ۱۱۴۲ فٹ کی قیمت حاصل ہو چکی تھی۔ نظریہ اور مشاہدے میں اس اختلاف کی وجہ سے نیوٹن کو فکر لاحق تھی۔ لیکن کوئی صحیح سبب سمجھ میں نہیں آیا۔ اس کی صحیح وجہ ایک صدی بعد دریافت ہوئی۔ نیوٹن کے ذہن میں یہ بات نہ آئی تھی کہ آواز کی موجوں کے گزرنے سے

---

۵۱ Elasticity

واسطے کی لچک میں حرارت پیدا ہونے کی وجہ سے فرق واقع ہو جاتا ہے۔

نور

انعطاف کا کلیہ:۔ ابن الہیثم نے ۱۰۰۰ء میں یہ بتلایا تھا کہ روشنی کی شعاعیں جب کسی لطیف واسطے میں سے نکل کر کسی کثیف واسطے سے گزرتی ہیں تو وہ خمیدہ یا منعطف ہو جاتی ہیں۔ کیپلر نے وہ زاوئے معلوم کئے تھے جن پر شعاعیں ترچھی پڑ جاتی ہیں لیکن اب تک کوئی قاعدہ یا کلیہ ایسا دریافت نہ ہوا تھا جس سے معلوم ہو جاتا کہ کوئی شعاع کتنی خمیدہ ہو جائے گی۔

اس کمی کو ڈنمارک کے ولبر آرڈ[1] اسنل نامی ایک شخص نے پورا کیا جو لیڈن میں میکانیات کا پروفیسر تھا۔ اس کی پیدائش ۱۵۹۱ء میں ہوئی۔ اس نے ۱۶۲۶ء میں انتقال کیا۔ ۱۶۲۱ء میں اس نے یہ کلیہ دریافت کیا۔ اس نے اپنی دریافت کو کبھی شائع نہیں کیا۔ لیکن ہوگنس[2] اور اسحاق ووس[3] دونوں گواہ ہیں کہ انھوں نے اسنل کے مخطوطات کو اچھی طرح دیکھا ہے۔

اسنل نے کلیہ کو جس طرح بیان کیا ہے وہ حسب ذیل ہے:۔

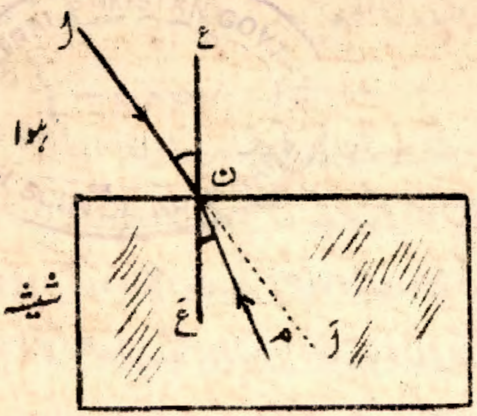
"کوئی سے دو واسطوں کے لئے زاویہ وقوع اور زاویہ انعطاف کے قاطع التمامُوں[4] کی نسبت ہمیشہ ایک ہی رہتی ہے"

حسب شکل ۱۹ فرض کرو کہ نور کی ایک شعاع ل ن ہوا کے واسطے میں سے چل کر شیشہ کے واسطے میں مقام ن پر داخل ہوتی ہے۔ اگر شیشہ نہ ہوتا تو شعاع ل ن ا کی سمت میں چلتی۔ شیشے کی موجودگی کی وجہ سے

---

[1] Willebrord Snell [2] Huyghens

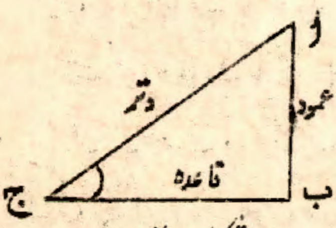
[3] Isaac Voss [4] Cosecants



شکل ع19

شعاع کا راستہ ن پر بدل گیا۔ اب وہ ن م کی سمت میں چلے گی اسی کو کہتے ہیں کہ روشنی کی شعاع ن م کی سمت میں منعطف ہو گئی ہے۔ اگر نقطہ ن پر شیشہ کی سطح پر ایک خط ع ن ع عمود کھینچا جائے تو علم مناظر کی اصطلاح میں اسی کو عماد[1] کہتے ہیں۔ شعاع ا ن شعاع واقع کہلاتی ہے اور ن م شعاع منعطف۔ عماد اور شعاع واقع کے درمیان جو زاویہ ا ن ع بنتا ہے وہ زاویہ وقوع کہلاتا ہے اور اسی طرح زاویہ م ن ع زاویہ انعطاف کہلاتا ہے۔

قاطع[2] التمام علم مثلثات[3] کی ایک اصطلاح ہے۔ اس کو سمجھنے کے لئے فرض کرو کہ حسب شکل ع20 ا ب ج ایک مثلث ہے۔ جس کا زاویہ ب ایک قائمہ[4] ہے۔ اب زاویہ ج کو دیکھو اس کے سامنے کا ضلع ا ب عمود[5] کہلاتا ہے۔ ضلع ب ج کو قاعدہ[6] کہتے ہیں اور ا ج کو وتر[7]۔ عمود اور وتر کی نسبت



شکل ع20

---

[1] Normal　[2] Cosecant　[3] Trigonometry
[4] Right Angle　[5] Perpendicular　[6] Base
[7] Hypotenuse

زاویہ ج کے لئے جیب[لہ] کہتے ہیں۔ اس کا الٹا وتر اور عمود کی نسبت قاطع التمام کہلاتی ہے۔

آج کل انعطاف کے کلیے کو بیان کرنے کے لئے جیب کی نسبت استعمال کی جاتی ہے۔ اسی لئے اسنل کے کلیہ کو جیبوں کا کلیہ بھی کہتے ہیں۔ کلیہ کی موجودہ شکل دی کارت نے ۱۶۳۷ء میں رائج کی۔ اوپر کی تقریر سے واضح ہو گیا ہوگا کہ کلیوں کے دونوں بیانوں میں کوئی فرق نہیں ہے البتہ جیبی کلیہ زیادہ سہولت کا باعث ہے۔ دی کارت نے کہیں اسنل کا حوالہ نہیں دیا ہے ہو سکتا ہے کہ اس نے از خود یہ کلیہ دریافت کر لیا ہو۔ لیکن اتنا یقینی ہے کہ اسنل اور دی کارت دونوں نے کلیہ کا کوئی نظری ثبوت پیش نہیں کیا بلکہ تجربی تصدیق پر اکتفا کیا۔

جیبوں میں جو نسبت ہوتی ہے اس کو آج کل انعطاف[لے] نما کہتے ہیں۔ اسنل نے اپنے تجزیوں کی مدد سے ہوا اور پانی کے لئے یہ نسبت دریافت کی تو ۴ اور ۳ کی نسبت آئی۔ اسی طرح ہوا سے شیشے کے لیے اس نے نسبت ۳ اور ۲ کی دریافت کی۔ اس کو آجکل یوں لکھتے ہیں۔

پانی کا انعطاف نما = $\frac{۴}{۳}$ = ۱٫۳۳

شیشے کا انعطاف نما = $\frac{۳}{۲}$ = ۱٫۵

اسنل نے نسبت کی جو قیمتیں دریافت کیں وہ آج بھی صحیح سمجھی جاتی ہیں۔

روشنی کی رفتار:۔ سترھویں صدی کا ایک بڑا کارنامہ یہ ہے کہ روشنی کی رفتار دریافت کی گئی۔ اس سے پہلے یہ سمجھا جاتا تھا کہ روشنی کی رفتار غیر محدود ہے۔ سب سے پہلے گیلیلیو نے اس کی رفتار معلوم کرنے کی کوشش کی۔

لہ Sine   لے Refractive Index

اس نے یہ انتظام کیا کہ دو شخص ایک فاصلے پر کھڑے کئے اور ہر ایک سے کہا کہ دوسرے کو روشنی کا ایک اشارہ کرے۔ یہ تجربہ رات کے وقت کیا گیا۔ پہلے دونوں شخص قریب رکھے گئے اور پھر دونوں کے درمیان ایک میل کا فاصلہ رکھا گیا۔ اگر روشنی کا اشارہ بھیجنے اور وصول کرنے کے درمیان مدت معلوم ہو سکے تو گیلیلیو کے خیال کے مطابق روشنی کی رفتار محدود ہونی چاہئے۔ لیکن اس کو ان تجربوں میں کوئی کامیابی نہیں ہوئی اور وہ روشنی کی رفتار کو دریافت نہ کر سکا۔

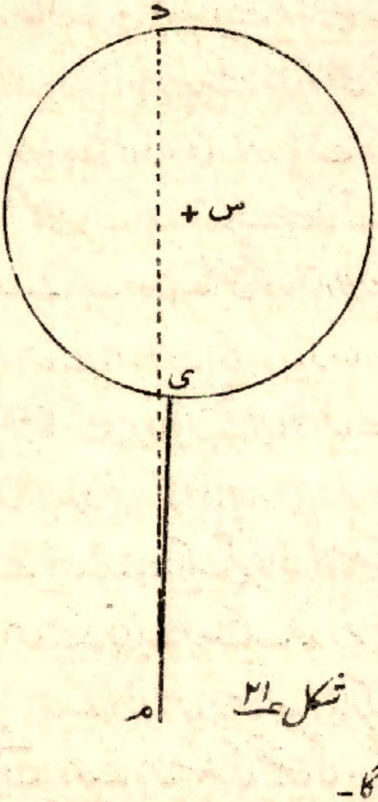
گیلیلیو نے ایک دوسرے مسئلے کے سلسلے میں ایک ایسا خیال پیش کیا جس نے ایک دوسرے محقق کو رفتار نور کے مسئلے میں کامیابی سے ہمکنار کر دیا۔ اس نے اس طرف اشارہ کیا کہ سیارہ مشتری[۱] کے چاند جو سیارے کے پیچھے اکثر غائب ہو جایا کرتے ہیں تو اس سے طول[۲] البلد کے تعین کا کام لیا جا سکتا ہے۔ فرانس کے لوئی چہار دہم نے پیرس میں جو علمائے سائنس جمع کئے تھے اُن میں سے ایک گیووانی ڈومینیکو کیسینی[۳] بھی تھا جس نے ۱۶۴۲ء میں اس مسئلے پر ایک عرصہ تک غور و خوض کیا۔

اس کے کوئی تیس برس بعد ڈنمارک کے ایک جوان عمر سائنس داں اولاف[۴] رومر نے اس مسئلہ کی تحقیق کی۔ یہ شخص آرہوس[۵] کا رہنے والا تھا۔ ۱۶۴۴ء میں پیدا ہوا۔ اور ۱۷۱۰ء میں اس نے انتقال کیا۔ اس کی تعلیم کوپن ہیگن میں ہوئی۔ یہ بھی پیرس میں آ بسا تھا۔ وہاں ژاں[۶] پکار کے ساتھ اس نے مشتری کے چاندوں کے گرہنوں کا مشاہدہ کیا۔ چناں چہ اس کی

---

[۱] Jupiter [۲] Longitude [۳] Giovanni Domenico Cassini [۴] Olaf Römer [۵] Aarhus [۶] Jean Picard

سمجھ میں یہ بات آئی کہ مشتری ایک وقت تو زمین سے دور رہتا ہے اور ایک وقت اس کے نزدیک۔ اس لئے مشتری کے چاندوں کی روشنی کو زمین تک پہنچنے کے لئے زیادہ فاصلہ طے کرنا پڑتا ہے۔ اس بنا پر چاندوں کے گرہن کچھ منٹ بعد نظر آتے ہیں۔ چناں چہ حسب شکل ۲۱ فرض کرو کہ مشتری مقام مد پر ہے اور زمین مقام ی پر سورج مقام س پر ہے جس کے گرد زمین اپنے مدار پر گھومتی ہے۔ مقام ی سے ۶ مہینے بعد زمین مقام د پر ہو گی۔ اس لئے مد سے د تک پہنچنے کے لئے روشنی کو فاصلہ دی زیادہ طے کرنا پڑے گا۔ لہذا ی پر مشتری کے چاند کا گرہن جس وقت نظر آئے گا اس سے کچھ دیر بعد د پر نظر آئے گا۔



شکل ۲۱

۱۶ ستمبر ۱۶۷۶ء کو رومر نے فرانسیسی اکادیمی آف سائنس کو اطلاع دی کہ آئندہ نومبر میں مشتری کے پہلے چاند کے گرہن گزشتہ اگست کے حسابی وقت سے دس منٹ بعد واقع ہوں گے۔ چناں چہ ۹ نومبر کو ایک گرہن ۵ گھنٹہ ۳۵ منٹ اور ۴۵ سکنڈ پر واقع ہوا۔ حساب سے اس کا وقت ۵ گھنٹہ ۲۵ منٹ اور ۴۵ سکنڈ ہونا چاہیئے تھا۔ ۲۲ نومبر کو اکادیمی کے سامنے

اس نے اپنے نظریہ کو مکمل طور پر پیش کیا۔ اور یہ بتایا کہ زمین کے مدار کو طے کرنے میں روشنی کو ۲۲ منٹ لگتے ہیں۔ (آج کل یہ مدت ۱۶ منٹ ۳۶ سکنڈ مانی جاتی ہے۔)

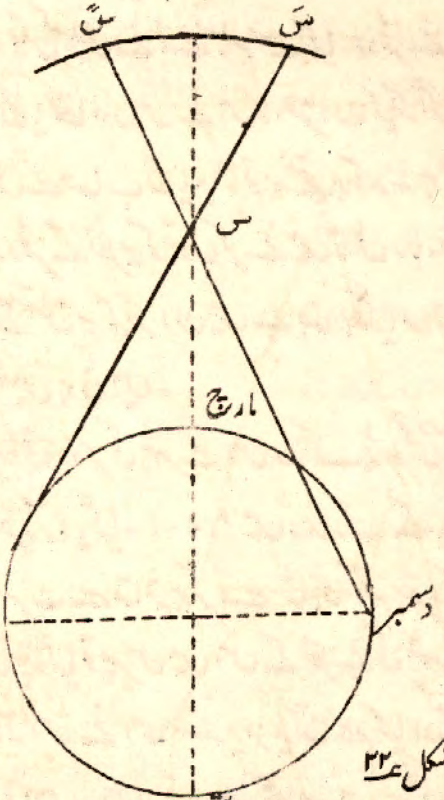
اکادمی نے رومر کے نظریہ کو فوراً ہی نہیں قبول کر لیا۔ پکار تو اس کی تائید میں تھا لیکن کیسینی نے اُسے تسلیم نہیں کیا۔ رومر نے پہلے چاند کے گرہن سے حساب لگایا تھا اور اس نے اس کا اعتراف کیا کہ اگر باقی ماندہ تین چاندوں کے مشاہدوں سے حساب لگایا جاتا تو یہ نتیجہ برآمد نہ ہوتا۔ اسی وجہ سے کیسینی کو رومر کے نظریہ کو قبول کرنے میں تامل رہا۔ خود رومر نے ان چاندوں کے متعلق یہ کہا کہ ان میں بے ضابطگیاں ہیں جو ابھی تک دریافت نہیں ہوئی ہیں۔

بہرحال رومر کی شہرت اس حد تک بڑھ گئی کہ فرانس کے ولی عہد کا اتالیق مقرر کر دیا گیا۔ ۱۶۸۱ء میں ڈنمارک کے بادشاہ کرسچین پنجم نے اس شہرت سے متاثر ہو کر اُسے شاہی منجم مقرر کر دیا۔ جب رومر اپنے وطن چلا گیا تو پیرس میں اس کے نظریے کی شہرت کم ہو گئی۔ یہ پتہ نہیں لگتا کہ اس نے اس مسئلہ پر مزید کتنا کام کیا اور کیسینی کے اعتراض کو رفع کیا یا نہیں۔ اس نے اپنے پیچھے بہت سے فلکی مشاہدات چھوڑے لیکن ۱۷۲۸ء میں کوپن ہگین میں ایک آگ ایسی لگی کہ اس کے تقریباً تمام کاغذات جل کر خاک ہو گئے۔

انگلستان میں رومر کے نظریہ کا پرجوش حامی ایڈمنڈ ہیلے تھا۔ ایک بالکل غیر متوقع طور پر اس کی تائید جیمس برڈلے (۱۶۹۳ء-۱۷۶۲ء)

لے James Bradley

کی طرف سے ہوئی جو آکسفورڈ میں فلکیات کا پروفیسر تھا۔ وہ ایک ستارے کے اختلافِ منظر[۵۱] کو دریافت کرنے کی کوشش کر رہا تھا۔ اُسے بڑا تعجب ہوا کہ ستارے کی سرک وہ نہیں ہے جس کی اُسے توقع تھی۔ چناں چہ بریڈلے کو یہ توقع تھی کہ حسب شکل ۳۲ اگر ستارہ مقام س پر ہو تو جون تا دسمبر اس



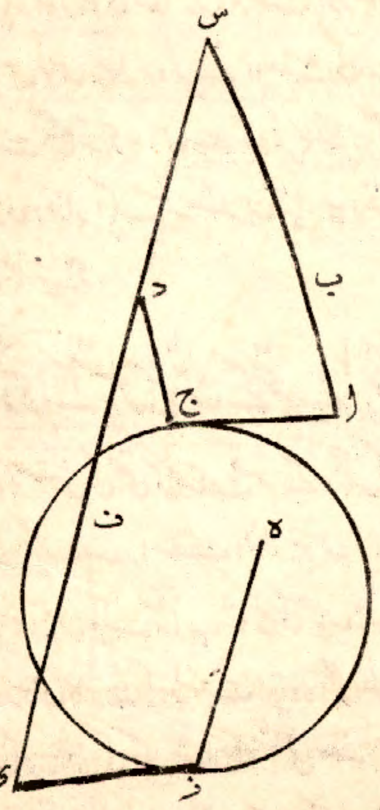
شکل ۳۲

میں کرہ فلکی پر ظاہری حرکت سَ سے سً تک نظر آئے گی۔ اور مارچ اور ستمبر میں ستارہ ایک درمیانی وضع اختیار کرے گا۔ مشاہدے سے اس کو معلوم ہوا کہ جون تا دسمبر ستارے میں کوئی اختلاف منظر نہیں ہے۔ لیکن اُسے بہت حیرت ہوئی جب اس نے دیکھا کہ مارچ اور ستمبر والی وضعیں ستارے کی ایک نہیں ہیں۔ اس فرق کی توجیہ کرنے سے وہ قاصر رہا بلکہ مایوس سا ہو گیا کہ یکایک اس پر حل منکشف ہو گیا۔ واقعہ یہ ہوا کہ ستمبر ۱۷۲۸ء کے مہینے میں ایک دن وہ دریائے ٹیمس میں تفریح کی غرض

---

۵۱ Parallax

سے ایک جماعت میں شریک ہو گیا۔ وہاں اس نے یہ دیکھا کہ ہر مرتبہ جب کشتی چلنے کو ہوتی تو ہوا کی سمت میں کچھ تغیر واقع ہوتا۔ کشتی والے سے سوال کرنے پر جواب یہ ملا کہ کشتی کے مستول پر جو بادنما لگا ہی اس میں سمت کے تغیرات کا اصلی سبب تو کشتی کی سمت میں تبدیلی ہی۔ ہوا تو ہر حال میں برابر ایک ہی سمت میں چلتی ہی۔ آسے بس اسی اشارے کی ضرورت تھی۔ وہ فوراً سمجھ گیا کہ روشنی کی رفتار میں جب زمین کی مداری رفتار ملتی ہی تو زمین پر سے اجرام فلکی کے دیکھنے والوں کو سمتوں میں سرک محسوس ہوتی ہی جس کا انحصار دونوں رفتاروں کی نسبتوں پر ہوتا ہی اس کیفیت کو ضلالت لوز[1] کہتے ہیں۔



شکل ۲۳

ضلالت لوز کی کیفیت شکل ۲۳ سے واضح ہوگی فرض کرو کہ ا ب اس سمت کو بتلاتی ہی جس میں کوئی دوربین لگائی گئی ہی۔ زمین کی حرکت کی وجہ سے مشاہد جتنی دیر میں مقام ا

---

[1] Aberration of Light

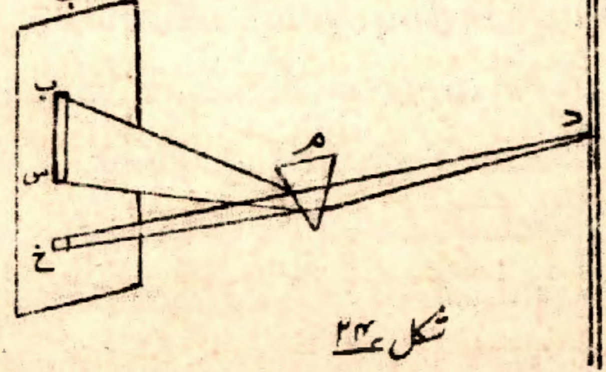
سے ج تک پہنچتا ہے اتنی دیر میں نور کی شعاع دوربین کے طول کو طے کرتی ہے۔ جب نور کی شعاع آنکھ میں داخل ہوتی ہے تو دوربین ج د کی وضع میں پہنچ جاتی ہے۔ اسی طرح چھ مہینے بعد مشاہدی سے نر تک پہنچتا ہے تو دوربین نر ہ کی سیدھ میں ہوتی ہے۔ ج د اور نر ہ کے انصرافوں میں فرق کوئی ۴۰ سکنڈ کا ہوتا ہے۔

بریڈلے نے ضلالت نور کی قیمت حاصل کی تو اس سے اندازہ لگایا کہ سورج کی شعاعیں ۸ منٹ اور ۱۳ سکنڈ میں پہنچتی ہیں۔ کوئی پچاس برس پہلے روئمر نے ۱۱ منٹ کی مدت قرار دی تھی۔ بریڈلے کی قیمت صحیح تر ہے۔ اس سے روئمر کا نظریہ بھی درست قرار پایا اور پھر نور کی محدود رفتار ایک مسلّمہ مسئلہ بن گیا۔ یہ رفتار ایک لاکھ چھیاسی ہزار میل فی ثانیہ ہے۔

روشنی کے متعلق نیوٹن کے تجربے سترھویں صدی کے شروع ہی میں لوگوں نے اس بات کے معلوم کرنے کی کوشش کی تھی کہ مختلف قسم کے رنگ کس طرح پیدا ہوتے ہیں۔ اطالیہ کے ایک صدر اسقف انطونیوس دی دومینی (متوفی ۱۶۲۵ء) نے ۱۶۱۱ء میں ایک کتاب شائع کی جس میں قوس قزح کے رنگوں کی توجیہ بیکن اور دی کارت کی بہ نسبت زیادہ اچھی طرح بیان کی تھی۔ اس نے یہ بھی بتادیا تھا کہ روشنی کی ایک شعاع کو مثلثی منشور میں سے گزارا جائے تو وہ منتشر ہو جاتی ہے اور اس میں قوس قزح کے سے مختلف رنگ پیدا ہو جاتے ہیں مگر یہ بات وہ بھی نہ بتا سکا کہ مختلف رنگوں کے پیدا ہونے یا نظر آنے کا باعث کیا ہے۔ اس بات کو بھی نیوٹن نے ہی سب سے پہلے اچھی طرح واضح کیا۔

۱۶۶۹ء میں نیوٹن کیمبرج میں ریاضیات کا پروفیسر مقرر ہوا تھا۔ اس وقت اس کی عمر ۲۷ سال کی تھی۔ اس کے فرائض میں یہ تھا کہ ریضی طبیعیات یا فلکیات سے متعلق کسی مضمون پر ہفتہ میں ایک بار لکچر دے۔ انتخاب کے لئے اس کے پاس ایک وسیع میدان تھا اور آج کل کے معلم کی طرح اس پر امتحانی نصاب کی کوئی پابندی نہیں تھی۔ نیوٹن نے علم مناظر کو منتخب کیا اور پھر اپنے لکچروں میں اپنے ہی انکشافات کو بیان کرنے لگا۔ اس کی یادداشتوں سے پتہ چلتا ہے کہ عینکوں کے لئے بازار میں جو عدسے ملتے تھے اُن سے بہتر عدسے بنانے کی فکر میں تھا لیکن جو عدسے اس نے تیار کئے اُن سے اس کی تسکی نہیں ہوئی۔ ان عدسوں میں جو خیال بنتے تھے وہ واضح نہ ہوتے تھے۔ بالآخر اس کے ذہن میں یہ خیال پیدا ہوا کہ قصور عدسوں کا نہیں روشنی کا ہے۔

۱۶۶۶ء ہی میں نیوٹن نے رنگوں سے متعلق تجربے انجام دئے جیسا کہ وہ خود کہتا ہے۔ نیوٹن نے جس طرح تجربہ انجام دیا تھا اس کو سمجھنے کے لئے شکل ۲۴ پر غور کرو۔ شکل میں د ایک سوراخ ہے جو کسی دیوار کے دروازے یا کھڑکی میں کیا گیا ہے۔ کمرے کے اندر داخل ہونے



شکل ۲۴

کے لئے روشنی کے واسطے صرف یہی راستہ رہنے دیا گیا باقی سب راستے بند کر دئے گئے۔ سامنے کی دیوار پر ایک سفید پردہ پ پ لٹکایا گیا۔ تو پردے کے مقام خ پر روشنی کا ایک سفید داغ بن گیا۔ اب شیشے کا ایک مثلثی منشور م لے کر نیوٹن نے روشنی کے راستے میں حسب شکل اُلٹا رکھ دیا۔ اب بجائے گول داغ کے ایک پتلا، بیضوی سا بن گیا جس کو شکل میں س ب سے ظاہر کیا ہے۔ اس کا نیچے والا سرا سُرخ نظر آیا اور اوپر والا بنفشئی۔ دونوں کے درمیان نیچے سے اوپر تک نارنجی، زرد، سبز، کبودی اور نیلے رنگ نظر آئے۔ رنگوں کے اس مجموعہ کا نام نیوٹن نے طیف[1] رکھا۔

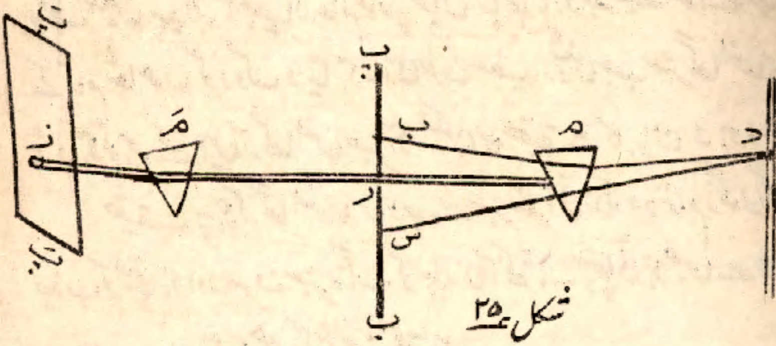
اس کے دل میں یہ خیال گزرا کہ طیف کو گول ہونا چاہیے نہ کہ بیضوی آفتاب چوں کہ گول ہے اس لئے اس کا خیال بھی گول ہونا چاہیے۔ اس کو اس امر کی توجیہ کی فکر ہوئی۔ پہلے اس نے خیال کیا کہ شاید سوراخ کی تنگی فراخی کا یہ اثر ہے۔ چناں چہ اس نے تنگ اور فراخ دونوں طرح کے سوراخوں سے روشنی گزاری لیکن نتیجہ ہر دو صورتوں میں ایک ہی رہا۔ پھر اس کو خیال ہوا کہ شعاعیں منشور پر جن زاویوں پر واقع ہوتی ہیں اُن کا کچھ تعلق اس سے ہوگا لیکن تجربہ سے اس کی تائید نہیں ہوئی۔ بالآخر اس کے دل میں یہ خیال گزرا کہ خود شعاعوں میں کوئی ایسی بات ہے جس سے وہ ایک دوسرے سے جدا ہو جاتی ہیں۔ چناں چہ تجربہ کر کے اس نے معلوم کر لیا کہ نارنجی شعاعیں منشور میں سے گزرتے وقت زیادہ ترچھی پڑتی ہیں اور زرد شعاعیں اس سے بھی زیادہ۔ اسی طرح اور رنگوں کا حال ہے جن کا ہم اوپر ذکر کر چکے ہیں۔

---

[1] Spectrum

اصطلاح میں اسے یوں کہتے ہیں کہ سفید روشنی منشور میں سے گزرتے وقت منتشر ہو جاتی ہے یعنی اس میں انتشار[۱] واقع ہوتا ہے۔ یعنی اس میں رنگ نمودار ہو جاتے ہیں۔

اس سلسلے میں نیوٹن کا تجربہ شکل ۲۵ سے سمجھ میں آئے گا حسب سابق



شکل ۲۵

ایک سوراخ د سے روشنی نکل کر منشور م میں سے گزرے تو پردے پ پ پر طیف س ب بنے گا۔ اب پردے پ پ میں ایک سوراخ ر ایسا رکھو کہ طیف میں سے صرف سبز شعاعیں سوراخ میں سے گزریں۔ اگر ایک دوسرا پردہ پَ پَ سامنے کی دیوار پر لگایا جائے تو سبز روشنی کا داغ ن نظر آئے گا اب اگر ایک دوسرا منشور مَ ان شعاعوں کے راستے میں رکھ دیا جائے تو سبز روشنی اپنے راستے سے ہٹ تو جائے گی لیکن اور کوئی رنگ اس میں نمودار نہ ہوں گے۔ یہی حال دوسرے تمام رنگوں کا ہوگا۔ چوں کہ رنگ ایک دوسرے میں ضم ہوتے چلے جاتے ہیں اس لئے جو رنگ سروں پر ہوں گے ان کے کنارے گول سے ہوں گے۔ اس لئے کل مجموعہ پتلے بیضوی کی شکل کا ہوگا۔ اس طرح نیوٹن نے یہ نتیجہ نکالا کہ (۱) سفید روشنی مختلف رنگوں کا مجموعہ ہے اور

۱ Dispersion

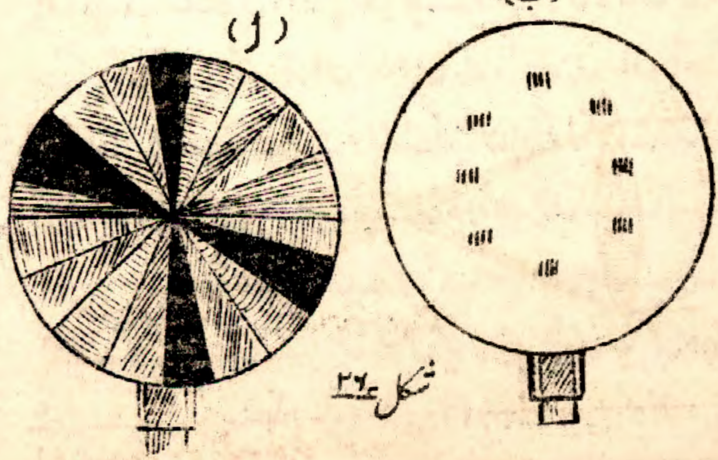
(۲) ہر رنگ کا انعطاف چوں کہ مختلف ہوتا ہے اس لئے منشور ان کو علاحدہ کر دیتا ہے۔

پس اس تجربے سے رنگوں کی ماہیت سمجھ میں آئی۔ اگر سفید روشنی سُرخ شیشے کی ایک تختی میں سے گزاری جائے تو شیشہ سفید روشنی میں سُرخ رنگ نہیں پیدا کرتا جیسا کہ عام طور پر خیال کیا جاتا ہے بلکہ شیشہ سوائے سُرخ کے تمام شعاعوں کو روک دیتا ہے۔ اسی طرح سفید روشنی جب سبز گھانس پر پڑتی ہے تو ہم کہتے ہیں کہ گھانس سبز ہے۔ لیکن یہ حقیقت کا بیان نہ ہوا۔

حقیقت یہ ہے کہ گھانس اس وجہ سے سبز نظر آتی ہے کہ وہ تمام رنگوں کو جذب کر لیتی ہے اور صرف سبز رنگ کو ہماری آنکھ تک پہنچاتی ہے جس سے وہ احساس پیدا ہوتا ہے جس کو ہم سبز کہتے ہیں۔

اگر رنگ کی حقیقت وہ ہوئی جو اوپر بیان ہوئی تو یہ بھی درست ہونا چاہیئے کہ اگر سب رنگ بہ یک وقت ملا دئے جائیں تو سفید روشنی پیدا ہو جائے۔ نیوٹن نے اس مسئلے پر بھی روشنی ڈالی چناں چہ حسب شکل عـ۳۶ نیوٹن نے

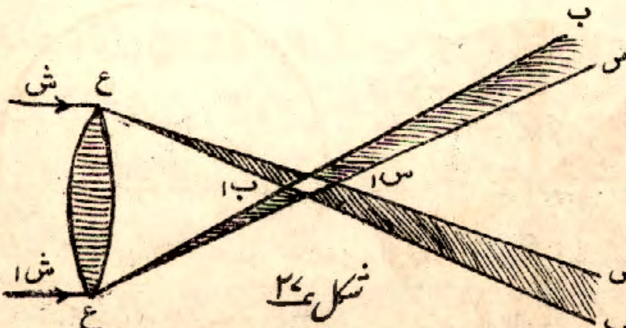
(ب) (أ)



شکل عـ۳۶

دفتی کی ایک قرص پر ساتوں رنگوں کو پانچ پانچ مرتبہ رنگ دیا۔ پھر اس قرص کو گھمانے والے آلے میں لگا کر گھمایا تو سب رنگ مل کر ایک ہی بار نظر آئے کچھ ایسی کیفیت نظر آتی ہے جیسا کہ شکل ۲۶ ب میں دکھلائی گئی ہے۔ تمام رنگ مل کر بالکل سفید تو نہیں ہاں مٹیالے سے نظر آتے ہیں۔ یہ تجربہ آج بھی نیوٹن کی رنگین قرص والے تجربہ کے نام سے موسوم ہے۔ بالکل سفید نظر نہ آنے کا سبب یہ ہے کہ کوئی رنگ بالکل ایک طرح کا نہیں ہوتا بلکہ ایک ہی نام کے کئی ہلکے اور گہرے رنگوں کا مجموعہ ہوتا ہے۔

لونی ضلالت:۔ نیوٹن کی غرض اس تمام تحقیق سے یہ تھی کہ اس کا سبب معلوم ہو جائے کہ کسی عدسے میں خیال غیر واضح کیوں بنتا ہے۔ کسی عدسے سے گزرتے وقت چوں کہ مختلف رنگ کی شعاعوں میں خم یا انعطاف مختلف ہوتا ہے اس لئے معلوم ہوا کہ ہر رنگ کی شعاع انعطاف کے بعد مختلف نقطے پر واضح خیال پیدا کرے گی۔ اس کو اصطلاحاً یوں کہتے ہیں کہ ہر رنگ کی شعاع کے لئے نقطہ ماسکہ[۵۱] (یا ماسکہ) مختلف ہوگا۔ اس بات سے عدسوں کا عمل سمجھ میں آگیا۔ چناں چہ فرض کرو کہ حسب شکل ۲۷ ع ع ۱ ایک عدسہ ہے



شکل ۲۷

۵۱ Focal Point or Focus

اور اس پر شعاعیں ش ش واقع ہو رہی ہیں۔ شعاع ش سرے ع سے منعطف ہونے کے بعد شعاع ع ب س کی شکل میں چلے گی۔ اسی طرح ش ا سے شعاع ع ب س حاصل ہوگی۔ چوں کہ سُرخ شعاعوں میں انعطاف سب سے کم ہوتا ہے اور بنفشئی میں سب میں زیادہ۔ اس لئے سُرخ شعاعیں مقام س پر جمع ہوں گی یعنی س ا سُرخ شعاعوں کے لئے ماسکہ ہوگا اور ب ا بنفشئی کے لئے۔ سہولت کے لئے ہم نے دو انتہائی شعاعیں لے لی ہیں۔ اس لئے باقی رنگوں کی شعاعوں کے ماسکے ب ا اور س ا کے درمیان واقع ہوں گے۔ پس اگر ایک سفید کارڈ ب ا اور س ا کے درمیان کسی مقام پر رکھا جائے تو خیال میں رنگ نمودار ہو جاتا ہے۔ اگر کارڈ ب ا اور عدسہ کے درمیان رکھا جائے گا تو بنفشئی اثرات غالب ہوں گے اور اگر س ا کے بعد رکھا جائے گا تو سرخ غالب ہوگا۔ اسی کا نام "لونی ضلالت"[1] یا "رنگ کی کجروی" رکھا گیا ہے۔

جب نیوٹن کو اس کا علم ہوا تو اس نے سمجھ لیا کہ قصور عدسوں کا نہیں ہے بلکہ خود روشنی ہی کا ہے۔ اس لئے عدسوں کی اصلاح سے ہاتھ اٹھا لیا اور عدسے بنانے چھوڑ دئے۔ لیکن اس نے جلد بازی سے کام لے کر یہ سمجھ لیا کہ لونی ضلالت ناقابل اصلاح ہے۔ حالاں کہ ایسا نہیں ہے۔ چناں چہ اس کے انتقال کے دو برس بعد ۱۷۲۹ء میں ایسکس[2] کے ایک شخص چیسٹر مورہال[3] نے یہ دریافت کر لیا کہ شیشے کی جو دو قسمیں چقماق اور کراؤن کے نام سے مشہور ہیں وہ روشنی کی شعاعوں میں مختلف انتشار پیدا کرتی ہیں پس اگر ایسے شیشے کے

---

[1] Chromatic Aberration [2] Essex

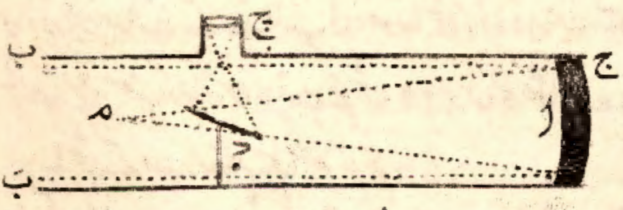
[3] Chester Morehall

عدسے بنا کر مناسب طریقہ پر ملائے جائیں تو ہر ایک دوسرے کے نقص کو دور کر دیتا ہے۔ ایسے عدسوں کو بے[1] رنگ عدسے کہتے ہیں۔ ان سے جو خیال بنتا ہے اُن میں کوئی رنگ نمودار نہیں ہوتا۔

انعکاسی[2] دوربین :- نیوٹن کو دوربین کے لئے عدسے تیار کرنا تھے جب وہ لونی ضلالت کو دور نہ کر سکا تو دوربین بنانے کے لیے ایک دوسرے اصول سے کام لیا۔ جو حسب ذیل ہے :-

اگر روشنی کی شعاعیں کسی مقعر[3] آئینے پر واقع ہوں تو وہ منعکس ہو کر ایک ماسکہ پر جمع ہو جائیں گی۔ لیکن اس صورت میں لونی ضلالت واقع نہ ہوگی کیوں کہ شعاعوں کو شیشہ میں سے گزرنا نہیں پڑتا اور اس طرح انعطاف نہیں ہوتا۔

اس اصول پر نیوٹن نے جو دوربین بنائی وہ انعکاسی



شکل ۲۸

دوربین کہلاتی ہے۔ جو شکل ۲۸ میں دکھلائی گئی ہے۔ ا ایک مقعر آئینہ ہے جو تانبے اور قلعی کے آمیزے سے بنایا گیا ہے۔ اس آئینہ کو نلی ب ج ج َ بَ کے سرے ج جَ پر رکھا جاتا ہے۔ شعاع ب ج جب ا سے منعکس ہوتی ہے تو م پر ماسکہ بنتا ہے لیکن م پر پہنچنے سے پہلے شعاع ایک مستوی

---

[1] Achromatic

[2] Reflecting telescope

[3] Concave Mirror

آئینے د پر پڑتی ہی جو اس کے راستے میں ۴۵ پر رکھا ہوا ہی۔ یہ آئینہ اس کو منعکس کرکے چشمہ[۱] ج تک پہنچا دیتا ہی۔ چشمہ سے مراد وہ حصّہ ہی جہاں آنکھ لگاکر دوربین میں دیکھا جاتا ہی۔ یہ چشمہ نلی ب ج کے بازو میں لگا رہتا ہی۔

اس انعکاسی دوربین میں کئی برس بعد سر ولیم ہرشل[۱] نے اصلاح کی۔ دنیا کی بڑی بڑی رصدگاہوں[۳] میں آج بھی یہ دوربین زیر استعمال ہی اگرچہ بہت کچھ اصلاح یافتہ شکل میں۔ چناں چہ امریکہ کے صوبہ کیلیفورنیا میں کوہ ولسن کی رصدگاہ میں ۱۰۰ انچ کی انعکاسی دوربین نصب ہی۔ یہ دوربین دنیا میں سب سے بڑی ہی۔

نیوٹن نے اپنی دوربین خود ۱۶۶۳ء میں بنائی تھی جب کہ وہ ۲۱ برس کا تھا۔ لندن کی رائل سوسائٹی نے جس کو قائم ہوئے زیادہ عرصہ نہ گزرا تھا، یہ دوربین معائنے کے لئے طلب کی۔ سوسائٹی کو وہ دوربین ایسی پسند آئی کہ اُسے رفیق[۲] منتخب کرلیا۔ اس وقت نیوٹن ۲۹ برس کا تھا۔ وہ دوربین آج تک سوسائٹی کے صدر مقام میں محفوظ ہی۔

نور کی نوعیت:۔ اوپر کے تجربات کے علاوہ نیوٹن نے نور کی نوعیت بھی معلوم کرنے کی کوشش کی۔

فیثاغورث کے زمانے ہی سے یہ خیال چلا آتا تھا کہ روشنی ایسے ذرّے پر مشتمل ہی جو آنکھ میں داخل ہوتے ہیں۔ افلاطون وغیرہ نے یہ تعلیم دی کہ آنکھ سے بھی کچھ نہ کچھ خارج ہوتا ہی۔ لوکریشیس نے بھی اس کی تائید کی تھی لیکن ارسطو نے اس کے برخلاف یہ کہا کہ روشنی ایک عمل ہی جو کسی واسطے میں واقع ہوتا ہی

ط[۱] Eye piece ط[۱] Sir William Herschel

ط[۳] Observatories ط[۲] Fellow

یہ سب کی سب قیاس آرائیاں تھیں۔ لیکن گیارھویں صدی میں ابن الہیثم نے اس امر کی شہادت بہم پہنچائی تھی کہ رویت کا سبب شے میں ہوتا ہے نہ کہ آنکھ میں۔ دی کارت نے یہ خیال ظاہر کیا کہ روشنی ایک دباؤ ہے جو فضا میں منتقل ہوتا ہے۔

نیوٹن نے یہ نظریہ قائم کیا کہ روشنی ایسے لاتعداد ننھے ننھے ذرّوں پر مشتمل ہے جو منور اجسام سے ہر آن نکلتے رہتے ہیں اور جب یہ ذرّے ہماری آنکھ سے ٹکراتے ہیں تو ہم کو روشنی کا احساس ہوتا ہے۔ یہی نیوٹن کا مشہور و معروف "جسیمی[1] نظریہ" ہے جس کو "خروجی[2] نظریہ" بھی کہتے ہیں۔

نیوٹن کے انکشافات اور نظریے کی جب اشاعت عمل میں آئی تو چاروں طرف سے سخت تنقید شروع ہوگئی۔ نیوٹن اس معاملے میں ذرا حساس واقع ہوا تھا۔ چناں چہ ۹ر دسمبر ۱۶۷۵ء کو اس نے لائبنیز کو لکھا کہ "میرے نظریۂ نور کی اشاعت پر مباحث کا جو سلسلہ شروع ہو گیا ہے اس سے مجھ کو بہت کوفت ہوئی کہ سایہ کے پیچھے میں نے اپنے اطمینان کو خیرباد کہنے کی حماقت کیوں کی۔"

ہوگنس کا موجی نظریہ کرسچین[3] ہوگنس ۱۶۲۹ء میں شہر ہیگ[4] میں پیدا ہوا تیرہ ہی سال کی عمر میں اُسے ریاضی کا بے حد شوق ہوگیا تھا۔ جامعہ لیڈن میں اس کی تعلیم ہوئی۔ جو کل یا آلہ اُسے مل جاتا اس سے وہ تجربے کرتا رہتا۔ ۲۲ سال کی عمر میں اس نے ریاضی کے متعلق کئی قابل قدر رسالے شائع کئے۔ ان کو دیکھ کر دی کارت نے

---

[1] Corpuscular Theory　[2] Emission Theory

[3] Christian Huyghens　[4] Hague

یہ رائے قائم کی کہ یہ بہت بڑا شخص ہونے والا ہے۔ یہ اس کی عمدہ تعلیم کا نتیجہ تھا۔ چناں چہ اس نے ۱۶۵۹ء میں ایک ۱۰ فٹ لمبی دوربین تیار کی جس کی مدد سے اس نے زحل کے تابع سیارے کو دریافت کرلیا۔ ۱۶۶۰ء میں وہ انگلستان آیا۔ یہاں رائل سوسائٹی نے حرکت کے متعلق چند مسائل اس کے سامنے پیش کئے جن کو اس نے حل کر دیا۔ پھر ۱۶۶۶ء میں لوئی چہار دہم کی دعوت پر وہ پیرس چلا گیا جہاں وہ ۱۶۸۱ء تک رہا۔ اسی زمانے میں اس نے روشنی کا نظریہ قائم کیا۔ نیوٹن اور لائبنیز جیسے بڑے ہم عصروں کی طرح ہوگنس نے بھی شادی نہیں کی۔ اس نے ۱۶۹۵ء میں انتقال کیا۔

موجی نظریہ:۔ یہ بات یونانیوں ہی کے دور میں معلوم ہو گئی تھی کہ آواز ہوا کے تموج سے پیدا ہوتی ہے۔ جب کسی باجے کے تار کو چھیڑا جاتا ہے تو تار کے ہلنے سے ہوا میں جنبش پیدا ہوتی ہے۔ یہ جنبش کناس حرکت آگے کی طرف بڑھتی ہے یہاں تک کہ ایک نہ ایک موج کان کے اس پردے سے جاکر ٹکراتی ہے جو قوت سامعہ کا مرکز یا مقام یا آلہ ہے اور اس میں ایک احساس یا تاثیر پیدا کر دیتی ہے جسے ہم آواز کے نام سے یاد کرتے ہیں۔ اس خیال کو واضح کرنے میں نیوٹن کا بھی حصہ ہے۔

اس سے فائدہ اٹھاکر ہوگنس نے روشنی کو آواز کی مانند ایک تموج فرض کیا۔ یعنی جیسے آواز ہمارے کانوں کو متاثر کرتی ہے اسی طرح روشنی ہماری آنکھوں کو متاثر کرتی ہے۔

ہوگنس نے اپنے نظریے کو مقالے کی شکل میں ۱۶۷۸ء میں فرانسیسی اکاڈیمی آف سائنس کے سامنے پڑھا، اس وقت رومر، کیسینی وغیرہ موجود تھے

یہ مقالہ کتاب کی شکل میں ۱۶۹۰ء میں شائع ہوا۔ غالباً یہی سب سے پہلی کتاب ہے جس میں نور کے موجی نظریے کی تشریح کی گئی ہے۔

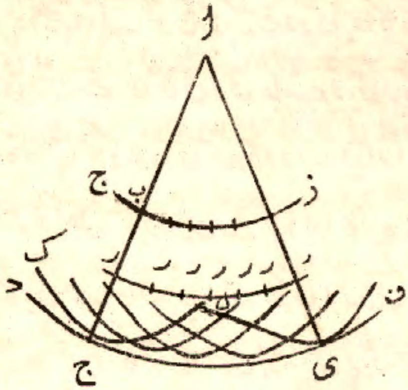
اس نظریے میں ایک دقت کا سامنا ہوا۔ آواز تو ہوائے مکیّف ہے یعنی ہوا میں ایک تموج ہے۔ لیکن روشنی ہوا کا تموّج نہیں ہوسکتی کیوں کہ شیشے کے کسی برتن سے ہوا نکال دی جائے تو بھی روشنی اس کے پار نکل جاتی ہے۔ علاوہ ازیں ہم کو جو روشنی ملتی ہے وہ دور دراز آفتاب اور ستاروں سے آتی ہے۔ اور یہ معلوم ہے کہ زمین کے گرد ہوا کا کرہ زیادہ دور تک نہیں۔ پس فضا کا باقی حصہ خالی ہوا۔ اور روشنی اس میں سے ہوکر آتی ہے۔ اس سے ظاہر وگیا کہ روشنی ہوا کا تموج نہیں ہے۔ اس پر بھی چوں کہ ہر موج کے لئے کسی نہ کسی سطے کی ضرورت ہوتی ہے اس لئے ہوگنس کو یہ فرض کرلینا پڑا کہ فضاء خالی یسی شے سے بھری ہوئی ہے جو لچکدار ہے اور غیر مرئی ہے۔ وہ اس قدر لطیف ہے کہ ٹھوس اشیاء کے ذرّوں میں سے ہوکر بھی نکل جاتی ہے۔ آفتاب اور دیگر نور اجسام اس میں تموج پیدا کر دیتے ہیں۔ اس کی موجیں آنکھ سے آکر لگتی یا تو وہ احساس پیدا ہوتا ہے جسے ہم روشنی کہتے ہیں۔ نیوٹن نے اس سے بیشتر ایسے واسطے کے وجود کو تسلیم کیا تھا۔ اس نے اس واسطہ کا نام اثیر کھا۔ ہوگنس نے یہ کہا کہ اثیر کے تموج ہی روشنی کا احساس پیدا کرتے ہیں ی لئے یہ نظریہ "موجی نظریہ" کہلاتا ہے۔

دوسرا سوال یہ پیدا ہوا کہ روشنی جسم منور سے آنکھ تک کس طرح پہنچتی ہے۔ دوسرے الفاظ میں کسی موج کی اشاعت کس طرح عمل میں آتی ہے۔؟ ں کا جواب ہوگنس نے ایک اصول کی شکل میں دیا جو آج تک ہوگنس کا

ؐ Ether

اصول کہلاتا ہی جو حسب ذیل ہی :-

ارتعاش کرنے والے واسطے کا ہر ذرّہ ایک مرکز بن جاتا ہی جس کے گرد ایک موج پیدا ہو جاتی ہی۔ فرض کرو کہ حسب شکل ۲۹ ایک کروی موج د ج ی ف مرکز ا سے چلتی ہی۔ تو اس کرے میں ایک ذرہ ب ایک خاص موج ک ج ل کا مرکز بن جائے گا جو موج د ج ی ف کو نقطہ ج پر مس کرے گی۔ اسی طرح



شکل ۲۹

کرے کے اندر کا ہر ذرہ اپنی ایک موج پیدا کر دے گا۔ یہ ثانوی[۱] موجیں یا موجکیں[۲] کہلائیں گی۔ ان میں سے ہر موجک د ج ی ف کو ایک نقطہ پر مس کرے گی۔ موج د ج ی ف گویا ایسے ہی تمام نقطوں کا مجموعہ ہی۔

خروجی اور موجی نظریوں کا مقابلہ :- ان دونوں نظریوں کے ایک ہی زمانے میں شائع ہونے سے سائنس کی دنیا میں ایک شدید تنازعہ برپا ہو گیا ہک نے نیوٹن کے خلاف ایسا زبردست محاذ قائم کیا کہ اس کے بعد نیوٹن کو اپنے انکشافات شائع کرنے میں ہمیشہ تامل رہا۔

نیوٹن نے ۱۶۷۲ء سے ۱۶۷۶ء تک جو مقالے شائع کئے ان میں ہک کے اعتراضوں کے جواب دئے۔ اُن کے دیکھنے سے پتہ چلتا ہی کہ نیوٹن نے

---

[۱] Secondary Waves [۲] Wavelets

ہر نظریے کے مالہ و ماعلیہ پر اچھی طرح غور کیا تھا۔ گو بالآخر اس نے موجی نظریہ کو رد کردیا۔ شیشے کی پتلی تختیوں سے جو رنگ پیدا ہوتے ہیں اُن پر بھی نیوٹن نے تجربے کئے تھے۔ اس کے نزدیک بھی موجی نظریے سے اس منظر کی توجیہ ہوتی تھی۔ چناں چہ وہ لکھتا ہو کہ "چوں کہ وہ ارتعاش جو بنفشئی اور نیلے کہلاتے ہیں اُن سے چھوٹے سمجھے جاتے ہیں جو سرخ اور زرد کہلاتے ہیں اس لئے اول الذکر کو تختی کی کم دبازت سے منعکس ہونا چاہیئے تختیوں یا بلبلوں سے جو مظاہر پیدا ہوتے ہیں اُن کی توجیہ کے لئے اتنا کافی ہو .... یہ باتیں میرے نظریے میں بھی ٹھیک بیٹھتی ہیں لیکن دوسرے نظریے میں جو دقتیں ہیں اُن کو کیوں کر دور کیا جاسکے گا؟" نیوٹن کے ذہن میں موجی نظریے کے قبول کرنے میں جو سب سے بڑی دقت تھی وہ یہ تھی کہ موجی نظریے سے شعاعوں کے مستقیم راستے کی توجیہ نہیں ہوسکتی تھی۔ اس میں شک نہیں کہ ہوگنس نے اس کی توجیہ پیش کی تھی لیکن اس کے دلائل تشفی بخش نہ تھے۔ نیوٹن اس سلسلے میں کہتا ہو کہ "میرے نزدیک یہ بنیادی مفروضہ ہی غلط ہو کہ کسی سیال کی موجیں یا ارتعاش روشنی کی شعاعوں کی طرح خطوط مستقیم میں چل سکتی ہیں جب تک کہ واسطے کے ختم پر ان موجوں میں مسلسل زبردست پھیلاؤ اور خمیدگی ہر طرف واقع نہ ہو۔ میں سمجھتا ہوں کہ تجربہ اور مشاہدہ دونوں اس کے خلاف ہیں۔ اگر نور صرف ارتعاش ہی ارتعاش ہو تو اس کو آواز کی طرح کناروں پر مڑجانا چاہیئے"۔

نیوٹن کے نزدیک خروجی نظریہ کی توجیہ آسان تر تھی۔ خروجی نظریہ کی رو سے ایک منور جسم ننھے ننھے ذرّوں کو خطوط مستقیم میں خارج کرتا ہو۔ یہ ذرّے جب آنکھ کے پردے سے ٹکراتے ہیں تو رویت پیدا ہوتی ہو۔

انعطاف کی توجیہ یوں ہوتی ہے کہ جس سطح سے انعطاف ہوتا ہے وہ ان ذرّوں کو اپنی طرف کھینچتی ہے جب کہ ذرّے اس کے قریب آجاتے ہیں۔ پس سطح کی عمودی سمت میں رفتار کا جز بڑھ جاتا ہے۔ جب ذرّہ کثیف تر واسطے سے لطیف تر واسطے میں گزرتا ہے تو یہ جز گھٹ جاتا ہے۔ ہر دو صورتوں میں سطح کی سمت میں جو رفتار رہتی ہے اس میں کوئی تغیر واقع نہیں ہوتا۔ اس لئے شعاع میں انعطاف واقع ہو جاتا ہے۔ اس کا ایک نتیجہ یہ ہے کہ کثیف تر واسطے میں ذرّے کی رفتار بڑھ جاتی ہے۔ لیکن کوئی شے شفاف ہو تو اس میں انعکاس اور انعطاف دونوں ہوتے ہیں۔ اس کی توجیہ خروجی نظریہ سے مشکل تھی۔ اس دقت کو رفع کرنے کے لئے نیوٹن نے اثیر کے وجود کو تسلیم کرکے یہ فرض کیا کہ سطح کے قریب اثیر میں یہ ذرّے ہیجان پیدا کر دیتے ہیں۔ اس ہیجان سے اثیر میں کہیں کثافت پیدا ہوتی ہے اور کہیں لطافت۔ اگر ذرہ سطح پر کثافت کے وقت پہنچے تو سطح اس کو واپس کر دیتی ہے اور اگر لطافت کے وقت پہنچے تو اس کو گزر جانے دیتی ہے۔ یہاں یہ امر قابل لحاظ ہے کہ نیوٹن نے ایک تو اثیر کے وجود کو تسلیم کیا دوسرے اُڑتے ذرّوں کو تسلیم کیا کہ وہی نور ہیں۔

نیوٹن نے شمسی طیف پر بہت سے تجربے کئے لیکن تعجب ہے کہ اس کو طیف میں تاریک خطوط نظر نہیں آئے جو آج کل فرانُن ہوفری خطوط[۱] کہلاتے ہیں کہا یہ جاتا ہے کہ ایسے تجربوں میں اس کو ایک مددگار پر بھروسہ کرنا پڑتا تھا۔ ورنہ شاید وہ خود دیکھتا تو ممکن تھا کہ موجی نظریہ کو قبول کر لیتا۔

اب ذرا موجی نظریہ پر ایک نظر ڈالنا چاہیئے۔ ہوئگنس نے انعکاس اور انعطاف کی توجیہ اپنے اصول سے اچھی طرح کی۔ انعکاس کا مسئلہ تو

---

۱ Fraunhofer Lines

نسبتاً آسان تھا لیکن انعطاف کے مسئلہ کو یوں سمجھنا چاہیئے کہ جب روشنی کی ایک موج ترچھی ہوکر شیشے یا کسی اور شفاف شے میں سے پار ہونے کے لئے داخل ہوتی ہے تو موج کا ایک سرا شیشے تک دوسرے سرے سے پہلے پہنچتا ہے۔ پہلے سرے کی حرکت آہستہ ہو جاتی ہے لیکن دوسرا سرا ویسا ہی چلتا رہتا ہے۔ نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ دونوں سرے ایک دوسرے کا ساتھ نہیں دیتے اور موج کا راستہ بدل جاتا ہے۔ اسی طرح شیشے سے ہوا میں خارج ہوتے وقت بھی موج کا یہی حال ہوتا ہے۔

دوہرا انعطاف:۔ کبھی کبھی شعاعیں کسی شے میں خارج ہوتے وقت بجائے ایک کے دو نظر آنے لگتی ہیں۔ اسی کو دوہرا انعطاف[1] کہتے ہیں ہوگنس نے اس کی بھی توجیہ کی۔

شہر کوپن ہیگن کے ایک طبیب اراسمس بارتھولینس[2] کو ۱۶۶۹ء میں آئس لینڈ سے کانچ کا ایک ٹکڑا ہاتھ لگا۔ اس کی شکل "معین[3] نما" تھی۔ اُسے توڑنے پر بھی ایسی ہی شکل کے ٹکڑے بن گئے۔ اس وجہ سے اس کانچ کا نام آئس لینڈ اسپار[4] (آئس لینڈ کی مٹی) رکھا گیا۔ یہ ٹکڑا آئس لینڈ اسپار کی قلم[5] تھا۔ اس میں سے جب بارتھولینس نے دوات یا کسی اور چھوٹی شئے کو دیکھا تو وہ ایک کی جگہ دو نظر آئیں۔ اس کا سبب اس کی سمجھ میں نہ آیا تو یہ ساری کیفیت اس نے شائع کر دی۔ ہوگنس نے اس کی توجیہ کر دی۔ اس نے بیان کیا کہ اسپار ایک سمت میں زیادہ لچکدار ہے اور دوسری سمت میں کم بس ایک شعاع جب اُس میں داخل ہوتی ہے تو اس کے دو حصے

---

1. Double Refraction 2. Erasmus Bartholinus 3. Rhomboid 4. Iceland Spar 5. Crystal

ہو جاتے ہیں جو مختلف رفتاروں سے اُس سے خارج ہوتے ہیں۔ اس لئے دونوں میں انعطاف مختلف ہوتا ہے۔ ایک حصّہ معمولی شعاع کہلاتا ہے اور دوسرا غیر معمولی۔ معمولی شعاع انعطاف کے معمولی کلیوں کے تابع ہے اور غیر معمولی نہیں ہے۔ اس لئے جب یہ شعاعیں آنکھوں سے دوچار ہوتی ہیں تو ایک چیز کی دو نظر آتی ہیں۔ ہوگنس نے اس سلسلے میں مزید تجربے انجام دئے تو اُسے معلوم ہوا کہ دونوں شعاعیں جب اسپار کے باہر نکل جاتی ہیں تو علاحدہ علاحدہ رہتی ہیں۔ لیکن اگر ان ہی دونوں شعاعوں کو اسپار کے دوسری قلم میں سے گزارا جائے تو بھی وہ علاحدہ رہتی ہیں اور اپنی سمت نہیں بدلتیں۔ پھر اس نے دیکھا کہ دوسری قلم کو اس کے محور پر ذرا گھمایا گیا تو دونوں میں سے ہر ایک شعاع پھر دو شعاعوں میں بٹ گئی۔ اس طرح جملہ چار شعاعیں پیدا ہوگئیں۔ جب دوسری قلم کو ۹۰ درجے میں گھمایا گیا یعنی وہ پہلی کے علی القوائم ہوگئی تو پھر دو ہی شعاعیں رہ گئیں۔ لیکن پہلے جو معمولی شعاع تھی وہ اب غیر معمولی بن گئی اور جو غیر معمولی تھی وہ معمولی ہوگئی۔ ان امور کی توجیہ ہوگنس نہ کر سکا۔ ان کی صحیح توجیہ اس کے کوئی سو برس بعد جا کر ہوئی۔

روشنی کا انکسار:۔ انکسار[1] کے مظہر کا انکشاف فرانسسکو ماریا گریمالڈی[2] نے کیا، جو بولونا کے یسوعی کالج میں ریاضی کا پروفیسر تھا۔ گریمالڈی ۱۶۱۸ء میں پیدا ہوا۔ ۱۶۶۳ء میں اس نے انتقال کیا۔ ۱۶۶۶ء میں فوز پر اس کی ایک کتاب چھپی جس میں انکسار کا ذکر ہے۔ اس نے تجربہ یوں انجام دیا کہ ایک تاریک کمرے میں ایک چھوٹے سے سوراخ سے روشنی داخل کی۔ روشنی کے مخروط میں اس نے ایک سلاخ رکھی۔ اور ایک سفید سطح پر اس نے اس کا سایہ حاصل کیا۔

---

[1] Diffraction
[2] Francesco Maria Grimaldi

اس کو بہت تعجب ہوا جب اس نے دیکھا کہ ہندسی اعتبار سے جو سایہ ہونا چاہیئے تھا اس سے یہ سایہ وسیع تر ہے۔

اس نے یہ بھی حیرت سے دیکھا کہ سایہ کے کنارے پر ایک یا دو یا کبھی تین رنگین پٹیاں نظر آتی ہیں۔ اور روشنی زیادہ قوی ہوئی تو خود سایہ کے اندر رنگین پٹیاں نظر آئیں۔ پھر سلاخ کی جگہ ایک غیر شفاف تختی اس نے وہاں رکھی۔ اس تختی میں ایک سوراخ کیا۔ روشنی کا جو دائرہ حاصل ہوا وہ اس سے بڑا تھا جتنا کہ شعاعوں کے ٹھیک خطوط مستقیم کے چلنے کی صورت میں پیدا ہوتا۔ اس تجربہ اور ایسے ہی اور تجربوں سے یہ بات پایۂ ثبوت کو پہنچ گئی۔ کہ کناروں کے گرد روشنی میں خم واقع ہوتا ہے۔ اسی کو انکسار کہتے ہیں۔

گریمالڈی نے تجربے تو اچھی طرح انجام دئے لیکن کوئی نظریہ پیش نہ کرسکا۔ نیوٹن نے بھی یہ تجربے انجام دئے اور اپنے خروجی نظریہ سے اس کی توجیہ کرنے کی کوشش کی۔

ہم نے مختصرًا دونوں نظریوں کو اوپر پیش کر دیا ہے۔ جب نیوٹن نے اپنے خروجی نظریے کے مقابلے میں موجی نظریے کو رد کر دیا تو اس کے خواب و خیال میں بھی نہ ہوگا کہ اس کی رائے کو اتنی وقعت دی جائے گی کہ سو برس تک موجی نظریے کو قبول کرنے میں ماہرین طبیعیات پس و پیش کرتے رہیں گے۔ لیکن واقعہ یوں ہی ہوا کہ سو برس بعد موجی نظریہ ہی سارے میدان میں چھا گیا لطف کی بات یہ ہے کہ مزید سو برس بعد یعنی موجودہ زمانے میں ایسا معلوم ہو رہا ہے کہ دونوں نظریے مل کر ایک ہو رہے ہیں۔

برق و مقناطیسیت

برق:۔ برقی جذب و دفع کے مظاہر محققین کی توجہ کا مرکز رہے۔ چناں چہ بائل نے یہ مشاہدہ کیا

کہ خشک بال رگڑنے پر آسانی سے برقائے جا سکتے ہیں۔ اس سلسلے میں
بائل نے ایک عجیب لطیفہ لکھا ہے۔ اس زمانے میں عورتوں میں بھی دستور
تھا کہ بنے ہوئے بال سروں پر لگاتی تھیں۔ چناں چہ وہ لکھتا ہے:۔

"بنے ہوئے بال اگر ایک خاص حد تک خشک کئے جائیں تو بعض
لوگوں کے بدن ان کو جذب کرتے ہیں۔ اس کا ثبوت مجھے یوں ملا کہ دو خوب
صورت خواتین بنے ہوئے بال پہنے ہوئے تھیں میں نے دیکھا کہ بال لٹکے
ہوئے تھے اور رہ رہ کر وہ بال اُن کے رخساروں تک پہنچتے تھے اور
وہاں ضرب لگاتے تھے اگرچہ دونوں خواتین میں سے کوئی بھی غازہ لگائے
ہوئے نہیں تھی۔ ایک خاتون سے میں نے اجازت چاہی کہ مزید تشفی حاصل
کروں۔ جب اجازت مل گئی تو میں نے وہ بال اتار کر کھلی ہوا میں رکھ دئے
اور پھر خاتون سے کہا کہ اپنا گرم ہاتھ بالوں سے ذرا فاصلے پر رکھیں۔ جیسے ہی
اس نے ہاتھ اس طرح رکھا تو بالوں کے آزاد سرے اُٹھ کر اس کے ہاتھ کو آلگے۔"

اسی طرح نیوٹن نے بھی ایک تجربہ انجام دے کر رائل سوسائٹی کو حیرت
میں ڈال دیا۔ نیوٹن نے شیشے کا ایک گول ٹکڑا لیا اور اس کو پیتل کی انگوٹھی
میں بطور نگینہ بٹھا دیا۔ پھر انگوٹھی کو اس طرح آویزاں کیا کہ نگینہ میز سے
ذرا اوپر رہا۔ نگینے کے نیچے میز پر بہت پتلے کاغذ کے چند ٹکڑے ڈال دئے
نگینہ کو جب کسی کھردری شے سے کچھ دیر تک رگڑ کر چھوڑ دیا تو کاغذ کے
ٹکڑوں میں حرکت پیدا ہوئی۔ وہ اچھل کر شیشے سے جا لگے تھوڑی دیر
تک وہاں لگے رہے۔ پھر کود کر میز پر جا پہنچے۔ وہاں تھوڑی دیر تک
پڑے رہے۔ پھر اچھل کود شروع کر دی۔

گوئریکے نے گندھک کا ایک کرہ بنایا۔ اس کو ایک آلے میں لگا کر

گردش دی۔ اس وقت دونوں ہاتھ کرے سے لگائے تو برق پیدا ہو گئی۔ یہ سادہ تجربہ فرکی برقی مشینوں کا پیش خیمہ ہے۔ اس نے دیگر دلچسپ مشاہدات کئے چناں چہ برقی امالہ بھی دریافت کیا۔ لیکن نظریہ کی حد تک کوئی خاص اضافہ نہ کر سکا۔

بائل نے ایک اہم انکشاف یہ کیا کہ خلا میں سے بھی برقی جذب واقع ہوتا ہے۔ ۱۶۷۶ء میں فرانس میں پکارڈ[۱] ایک روز شام کے وقت پیرس کے تجربہ خانے سے باب[۲] میکائیل وئی تک پارے کا بار پیما لئے جا رہا تھا۔ اس نے دیکھا کہ پارے کی حرکت سے طریسلی خلا میں ایک دمک پیدا ہو جاتی ہے۔ اس روشنی کا سبب ایک شے قرار دی گئی جس کا نام سیمابی فاسفورس رکھا گیا۔ کیوں کہ یہ دمک فاسفورس کی دمک سے مشابہ تھی۔ اسی وجہ سے تفسفر[۳] بھی کہا گیا جس کو آج کل تزہُّر کہتے ہیں۔ اس زمانے میں سائنس کی دنیا میں اس کی وجہ سے بڑا استعجاب تھا۔ انگلستان میں اس روشنی پر فرانسس[۴] ہاکسبی نے کام کیا۔ اس نے خلا میں ہوا کو ایسی نلی میں سے داخل ہونے دیا جو پارے کے ایک برتن میں ڈوبی ہوئی تھی۔ خود پارے کا برتن ایک فانوس[۵] کے اندر رکھا ہوا تھا۔ اس نے دیکھا کہ ہوا کے بلبلے جب اُٹھتے تھے تو زور کے ساتھ پارے کو برتن کی دیواروں سے مارتے تھے۔ بلبلے آگ کے گولے ایسے معلوم ہوتے تھے۔ اُن کے اندر دمکتے ہوئے چھوٹے چھوٹے دانے اترتے نظر آتے تھے۔ اس تجربہ سے اور پارے کے ساتھ دوسرے تجربوں سے ہاکسبی نے یہ نتیجہ نکالا کہ

---

[۱] Picard [۲] Porte St. Michel [۳] Phosphorescence

[۴] Francis Hauksbee [۵] Belljar

کوئی روشنی بغیر حرکت اور بغیر جزئی خلا کے حاصل نہیں ہوتی۔ اس نے یہ بھی دیکھا کہ اس منظر کے ساتھ جذب بھی واقع ہوتا ہے۔ اس سے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ روشنی کا سبب برق ہے۔

ہاکسبی نے ہی سب سے پہلے یہ دکھلایا کہ کسی جسم پر برقی بار[۵۱] صرف اس کی سطح پر رہتا ہے۔ اسی نے یہ بھی بتلایا کہ دھاتوں کو بھی رگڑ کے برقایا جا سکتا ہے۔

مقناطیسیت :۔ آسمانی بجلی کے مقناطیسی اثرات سے متعلق ۷۶،۱۶ء اور ۱۶۸۴ء کے درمیان "فلاسفیکل ٹرانزیکشنس" میں دلچسپ مشاہدات شائع ہوئے چناں چہ ۱۶۸۱ء میں ایک جہاز بوسٹن واقع امریکہ جا رہا تھا۔ اس پر بجلی گری۔ ستاروں کے مشاہدوں سے معلوم ہوا کہ قطب نما سب بدل گئے تھے۔ شمالی قطب جنوب کی طرف ہو گیا۔ جب جہاز بوسٹن پہنچا تو قطب نما منقلب تھے۔

---

۵۱ Electric Charge

نواں باب

طبیعیاتؔ اٹھارھویں صدی میں

تمہید سترھویں صدی کے پہلے اسّی برس میں طبیعیات کو جو ترقی حاصل ہوئی وہ غیر معمولی تھی۔ اٹھارھویں صدی میں اس کی مثال نہیں ملتی۔ گیلیلیو گوئرکے، بائل اور نیوٹن کے نام اس زمانے کی زینت ہیں جبکہ تجربہ کو آخری سند تسلیم کیا گیا۔ اٹھارھویں صدی میں اس کا ردّعمل نظر آتا ہے۔ اب قیاس آرائی تجربے سے بہت کچھ بے نیاز نظر آتی ہے۔

اس صدی میں گیلیلیو، ہوئیگنس اور نیوٹن کی طرح کے تجرباتی طبیعیاتی کے ماہر نہیں پیدا ہوئے۔ اس میں شک نہیں کہ ریاضی اور ریاضیاتی فلکیات میں بہت کچھ ترقی ہوئی جو مشاہیر ریاضی کی رہینِ منّت ہے۔ لیکن طبیعیات کو ایسے اعلیٰ دماغ نصیب نہیں ہوئے۔

سائنس میں اٹھارھویں صدی مادہ پرستی کا زمانہ سمجھی جاتی ہے۔ توانائی[1] کا مفہوم ابھی رائج نہ ہوا تھا۔ قوتوں کو مادّے کے خواص سمجھا جاتا تھا۔ اس زمانے میں طبیعیات اور کیمیا کے مخفی مظاہر کی توجیہہ کے لئے غیر ثقیل[2] اشیا کے وجود کو تسلیم کیا گیا۔ یہ اشیا، مادّے کی بہت لطیف شکلیں سمجھی جاتی تھیں جن کا وزن کرنا ممکن نہ تھا۔

---

[2] Imponderables   [1] Energy

ان کے مقابلے پر معمولی مادّے کو "ثقیل"[1] کہا جاتا تھا۔

اٹھارھویں صدی میں اس قسم کی کوئی سات اشیاء تھیں۔ تین تو سترھویں صدی اور بیشتر کی صدیوں سے ورثہ میں ملی تھیں۔ باقی چار کا اضافہ خود اس صدی میں ہوا۔ ان سب اشیاء کو ہر حالت میں بے وزن نہ سمجھا جاتا تھا۔ اس میں بھی بہت کچھ اختلاف رائے تھا۔

ان میں سے قدیم ترین تو وہ ہے جس کو حرارتیہ[2] کہتے ہیں۔ اس کا مفہوم تو بہت قدیم ہے لیکن اس کا نام نسبتاً تازہ ہے۔ اس سے مراد مادّۂ حرارت ہے۔ یہ نام کیمیا داں لاوازیئے[3] نے ۱۷۸۹ء میں رکھا تھا۔ سترھویں صدی میں ارباب سائنس حرارت کو حرکت کی ایک شکل سمجھنے لگے تھے۔ لیکن اٹھارھویں صدی میں حرارت بہ حیثیت ایک شے کے سمجھی گئی یہ خیال انیسویں صدی کے وسط تک قائم رہا۔

۱۶۶۴ء میں دیکارت نے ایک ایسی شے تصوّر کی جو بین نجمی فضا میں بھری ہوئی ہے اور جو حلقیزوں میں حرکت کرتی ہے، جیسا کہ اس سے بیشتر بیان کیا جا چکا ہے۔ برّ اعظم یورپ پر یہ خیال اٹھارھویں صدی کے وسط تک قائم رہا۔ اس شے کو غیر ثقیل اور شکل میں کردی سمجھا جاتا تھا۔ دیکارت نے ثقیل مادوں میں سورج کے منوّر مادّے، اور زمین کے کثیف مادّے کو شمار کیا۔

ہوگنس اور نیوٹن نے نور بردار[4] اثیر کے وجود کو تسلیم کیا۔ لیکن اٹھارھویں صدی کے سائنسدانوں کو اس کی طرف میلان کچھ زیادہ نہ تھا۔ اس کے برخلاف نیوٹن کے خروجی نظریے کے مطابق جُسیموں[5] کا چلن بہت تھا۔ اگر ان ذرّوں کو نظر انداز کر دیا جائے تو یوں سمجھنا چاہیے کہ اس صدی میں بین نجمی فضا کو خالی ہی مانا جاتا تھا، کیونکہ دیکارت کے حلقیزے متروک ہو چکے تھے۔

---

[1] Ponderable [2] caloric [3] Lavoisier

[4] Luminiferous [5] Corpuscle

بویریا کے ایک کیمیاداں ارنسٹ اسٹال نے اٹھارھویں صدی کے شروع میں فلوجسٹن نظریے کی بنیاد ڈالی۔ اشیار کی جب تکلیس کی جاتی ہو تو جو کچھ اشیار یا دھاتوں میں سے نکلتا ہے اس کو اسٹال نے فلوجسٹن کا نام دیا۔ یہ پتہ نہیں چلتا کہ اس کے نزدیک فلوجسٹن ثقیل تھا یا غیر ثقیل۔ غالباً اُسے وہ ثقیل ہی مانتا تھا آج کل اسی کو عمل تحسید کہتے ہیں۔ اسٹال کے نزدیک دھاتوں کی تحسید تحلیل کا عمل تھا۔ اسٹال اور اُس کے زمانے کے کیمیاداں ترازو کا استعمال بہت کم کرتے تھے۔ اگر وہ ترازو کا استعمال کرتے تو انھیں معلوم ہو جاتا کہ لکڑی میں سے فلوجسٹن کے اخراج پر ایسی خاکستر باقی رہتی ہو جس کا وزن لکڑی سے کم ہوتا ہو۔ لیکن اگر دھاتوں سے فلوجسٹن خارج کیا جائے تو جو خاک بچتی ہو اس کا وزن خود دھات سے زیادہ ہوتا ہے۔ فلوجسٹن اور حراریہ کے نظریے کبھی کبھی ٹکرا بھی جاتے تھے۔ بعض لوگ یوں کہتے تھے کہ دھاتوں کی تکلیس میں وزن کا اضافہ ایک ثقیل حراری شے کی وجہ سے عمل میں آتا ہو اور یہ عمل تالیفی ہوتا ہو نہ کہ تحلیلی۔ اس کے عمل کے دوران میں حراریہ شے میں داخل ہو جاتا تھا۔ ۱۷۸۹ء میں لاوازیے نے فلوجسٹنی نظریہ کو ہمیشہ کے لئے رد کردیا۔ اس لئے حراریہ کا مدمقابل پچاس برس تک کوئی نہیں رہا۔

برق میں دوفے اور سمر نے دو غیر ثقیل سیالوں کی ضرورت محسوس کی۔ لیکن فرنیکلن نے صرف ایک سیال پر اکتفا کیا۔ فرنیکلن کے نزدیک برق کی ساخت دانہ دار تھی۔ عصری خیالات بھی اسی کی تائید کرتے ہیں۔ بعض لوگوں

Phlogiston ۳ Ernst Stahl ۲ Bavaria ۱

Decomposition ۶ Oxidation ۵ Calcination ۴

Franklin ۹ Symmer ۸ Dufay ۷ Synthesis ۱۰

۱۷۰۲ء میں گیلیلیو کے ہوائی تپش پیما میں اصلاح کی۔

امنتون جوانی میں بہرا ہو گیا تھا۔ لیکن اس کو وہ ایک رحمت سمجھتا تھا، کیونکہ اس کی وجہ سے علمی مشاغل میں بلا روک ٹوک مصروف رہتا تھا۔ ویسے وہ پیرس میں ایک سرکاری عہدہ پر فائز تھا۔

اس نے جو ہوائی تپش پیما استعمال کیا اس میں حجم مستقل رہتا تھا۔ وہ ل نما شکل کی ایک نلی پر مشتمل تھا جس میں چھوٹے بازو کے سرے پر ایک جوفہ تھا اور بڑے بازو کا طول ۴۵ انچ تھا۔ تپش کے درجے وہ لمبے بازو میں پارے کے کالم کی بلندی (انچوں میں) سے معلوم کرتا تھا جو ہوا کے حجم کو مستقل رکھنے کے لئے درکار ہوتی تھی۔ یہ آلہ معیاری حیثیت سے بنایا گیا تھا تاکہ تپش پیماؤں کو ایک مقام سے دوسرے مقام کو منتقل کئے بغیر سیمابی تپش پیماؤں کا مقابلہ کیا جا سکے۔ اس نے پانی کے نقطۂ جوش[۱] کو بطور ثابت نقطہ کے لیا۔ لیکن اس کو علم نہیں تھا کہ نقطہ جوش کا انحصار ہوا کے دباؤ پر ہوتا ہے۔ اس لئے وہ زیادہ صحت حاصل نہ کر سکا۔ یہ آلہ قبول عام حاصل نہ کر سکا۔

اس آلے کی بدولت سب سے پہلے امنتون ہی مطلق[۲] تپش کے مفہوم تک پہنچا۔ چنانچہ وہ کہتا ہے کہ "اس تپش پیما کی انتہائی سردی وہ ہے جو ہوا کو کسی بوجھ کے سنبھالنے کے قابل نہ رکھے گی۔ یہ سردی کا ایسا درجہ ہے جو اس سے بہت زیادہ ہے جس کو بہت سرد تصور کیا جاتا ہو۔"

آجکل کے مئیتی[۳] پیمانے کے اعتبار سے امنتون کا صفر مطلق – ۲۳۹٫۵ درجہ ہوتا ہے۔ لامبرٹ[۴] نے امنتون کے تجربے کو زیادہ صحت کے ساتھ دہرایا تو قیمت – ۲۷۰٫۳ درجہ حاصل ہوئی۔ آج کل جو قیمت تسلیم کی جاتی ہے وہ – ۲۷۳٫۱ ہے۔

---

[۲] Absolute Temperature　　[۱] Boiling Point

[۴] Lambert　　[۳] Centigrade

نے مقناطیسیت کے لئے بھی غیر ثقیل سیال تجویز کیے۔ آئلر[1] ایک مقناطیسی سیال مانتا تھا تو کولامب[2] دو۔ اس حیثیت سے دیکھا جائے تو اٹھارھویں صدی واقعی مادہ پرست صدی تھی۔

میکانیات میکانیات کے جو اصول نیوٹن نے قرار دیے تھے وہ حرکت اور سکونیات دونوں کے مسائل کی توجیہ کے لئے بہت کافی تھے۔ اس سلسلے میں جارج[3] ایٹوڈ (۱۷۴۶ء — ۱۸۰۷ء) کا نام لینا مناسب ہے، جس نے گرتے اجسام کے کلیوں کی تحقیق کے لئے ایک مشین ایجاد کی جو آج بھی ایٹوڈ کی مشین کہلاتی ہے۔ گیلیلیو نے اس کے لئے مائل نالی کا استعمال کیا تھا۔ ایٹوڈ نے اس غرض کو یوں پورا کیا کہ ایک چرخی پر سے ایک ڈورا گزار کر ڈورے کے دونوں سروں سے دو وزن باندھ دیئے۔ ایٹوڈ بھی ٹرنیٹی کالج کیمبرج کا پروفیسر تھا۔ اس نے ۱۷۸۴ء میں اپنی مشین کی تفصیلات شائع کیں۔

اٹھارھویں صدی میں میکانیات کے چند اصولوں کی تشریح و توضیح کی گئی جن کی بدولت میکانیات کے مسائل کا بیان بہت آسان ہو گیا۔ وہ اصول یہ ہیں:—

استمرار[4] معیار حرکت، استمرار[5] مرکز جاذبہ، استمرار[6] رقبہ۔ دلامبر[7] کا اصول۔

ان اصولوں سے میکانیات میں ایک نیا رُخ پیدا ہو گیا۔

حرارت تپش پیمائی:—

امنتوں کا ہوائی تپش پیما:— گوئلوم[8] املتون (۱۶۶۳ء — ۱۷۰۵ء) نے

George Atwood [3] Caulomb [2] Euler [1]
Conservation of the Centre of Gravity [5] Conservation of Momentum [4]
Guillaume Amontons [8] Dlambert [7] Conservation of Areas [6]

درجہ ہی۔

لامبرٹ[ا] کے الفاظ یہ ہیں:۔ "اگر حرارت کا درجہ صفر ہو تو ہم اُسے مطلق سردی کہہ سکتے ہیں۔ اس لئے مطلق سردی پر ہوا کا حجم صفر ہو جائے گا یا ایسا ہی ہو گا کہ گویا وہ صفر ہی۔ یعنی مطلق سردی پر ہوا کچھ اس طرح بیٹھ جاتی ہے کہ اس کے مختلف حصّے ایک دوسرے کو بالکلیہ مس کرنے لگتے ہیں حتیٰ کہ پھر پانی بھی اس میں اُتر نہیں سکتا۔"

<u>فارن ہائٹ کا تپش پیما</u>:۔ امنتون کی تحقیق نے گابرئیل[ب] دانیال فارن ہائٹ کو آمادہ کیا کہ صحیح تپش پیماؤں کی ساخت پر کچھ کام کرے۔

فارن ہائٹ ڈانزگ[ج] کا رہنے والا تھا جہاں وہ ۱۶۸۶ء میں پیدا ہوا۔ کاروباری تعلیم حاصل کرنے کے لئے وہ امسٹرڈم[د] گیا۔ لیکن اس کو طبیعیات سے دلچسپی پیدا ہو گئی۔ چنانچہ اس نے انگلستان، سوئڈن اور ڈنمارک کا سفر کیا۔ وہ جویات یا موسمیات سے متعلق آلے بنایا کرتا تھا۔ اس کی شہرت کا اندازہ اس سے ہو سکتا ہی کہ ۱۷۲۴ء میں وہ لندن کی رائل سوسائٹی کا رفیق منتخب ہوا۔ اسی سال اس نے لاطینی میں پانچ مقالے شائع کیے۔ ان میں سب سے پہلے اس نے تپش پیماؤں کے بنانے کا عمل بتلایا۔ وہ رومئر سے بھی راہ و رسم رکھتا تھا۔ اغلب ہی کہ وہ اس سے ملنے کوپن ہیگن گیا ہو۔ ۱۷۰۹ء میں دونوں نے موسم سرما کے زمانے میں تپشیں مشاہدہ اور قلمبند کیں۔ فارن ہائٹ نے ۱۷۳۶ء میں انتقال کیا۔

امنتون سے پہلے ہوگنس اور نیوٹن بھی اس کا مشاہدہ کر چکے تھے کہ نقطہ جوش مستقل رہتا ہی۔ فارن ہائٹ کو اس امر سے دلچسپی پیدا ہوئی اور اس نے یہ معلوم کرنا چاہا کہ دوسرے مائعوں میں نقطۂ جوش کی کیا کیفیت رہتی ہے۔ اس کے لئے اس نے

[ا] Lambert [ب] Gabriel Daniel Faurenheit

[ج] Danzig [د] Amsterdam

چند تجربے انجام دیئے اور اس نتیجہ پر پہنچا کہ پانی کی طرح ہر مائع کا نقطۂ جوش مستقل رہتا ہے۔ بعد میں اُسے یہ بھی معلوم ہو گیا کہ ہوائی دباؤ میں تبدیلی واقع ہو تو نقطۂ جوش بھی بدل جاتا ہے۔ اس امر کی دریافت نے صحیح تپش پیمائی میں بہت مدد دی۔ تپش پیماؤں میں پارے کے عام استعمال کا سہرا فارن ہائٹ ہی کے سر ہے۔ فارن ہائٹ کے سیمابی تپش پیماؤں کی کامیابی کا راز اس طریقہ میں ہے جو پارے کو صاف کرنے کے لئے اس نے ایجاد کیا تھا۔

فارن ہائٹ نے دو قسم کے تپش پیما بنائے۔ ایک میں تو اس نے پارہ استعمال کیا اور دوسرے کو شراب سے بھرا۔ ۱۷۲۴ء میں اس نے ایک مقالہ شائع کیا تھا۔ اس سے معلوم ہوتا ہے کہ تپش پیما کے لئے جو دو ثابت نقطے اس نے استعمال کئے وہ ایک تو برف نمک اور پانی کے آمیزے کی تپش اور دوسرے انسانی جسم کے خون کی تپش تھے۔ درمیانی فصل کو اس نے ۹۶ حصوں میں تقسیم کیا۔ اس نے ایک دوسرا مقالہ بھی اسی سال شائع کیا۔ اس سے معلوم ہوتا ہے کہ اس نے ایک تیسرا نقطہ بھی استعمال کیا تھا جو برف پانی کے آمیزے سے حاصل ہوا تھا۔ چنانچہ اس دوسرے مقالے میں اُس نے یوں لکھا ہے کہ:۔

"جو تپش پیما جویاتی مشاہدات کے لئے استعمال کئے جاتے ہیں اُن میں پیمانہ صفر سے شروع ہوتا ہے اور ۹۶ پر ختم ہوتا ہے۔ اس پیمانے کا انحصار تین ثابت نقطوں کی دریافت پر ہے۔ ان کو یوں دریافت کیا جاتا ہے:۔

"پہلا اور ادنیٰ نقطہ برف، پانی اور نوسادر یا سمندری نمک کے آمیزے سے حاصل ہوتا ہے۔ جب تپش پیما اس آمیزے میں ڈبویا جاتا ہے تو مائع اتر کر صفر پر ٹھہر جاتا ہے۔ گرما کے مقابلے میں سرما میں یہ بخوبی انجام دیا جاسکتا ہے۔ اگر صرف برف اور پانی کا آمیزہ ہو اور نمک نہ ملائے جائیں تو دوسرا نقطہ حاصل ہوتا ہے۔ اگر تپش پیما اس آمیزے میں رکھا جائے تو پارہ ۳۲ درجہ پر رہے گا۔ تیسرا نقطہ ۹۶ ویں درجے پر ہوتا ہے۔ اگر کسی تندرست شخص کی بغل میں یا اس کے مُنہ میں تپش پیما رکھا جائے تو پارا اس نقطہ تک

پہنچے گا۔

اپنے پانچویں مقالے میں وہ کہتا ہی کہ "مختلف مائعوں کے جوشی نقطوں کے جن تجربوں کو میں نے بیان کیا ہی اُن میں مَیں نے ذکر کیا ہی کہ پانی کا نقطۂ جوش ۲۱۲ درجہ پایا گیا۔ بعد میں مجھے متعدد مشاہدوں اور تجربوں سے معلوم ہوا کہ کرہ ہوا کے ایک ہی وزن کے لئے یہ نقطہ ثابت ہوتا ہی لیکن کرۂ ہوا کے مختلف وزنوں کے لئے وہ ہر دو جانب مختلف ہو سکتا ہی۔"

اس سے اس امر کا ثبوت ملتا ہی کہ ۱۷۲۴ میں ۲۱۲ کا عدد پہلے سے طے کردہ نہیں تھا۔ بلکہ کھولتا پانی اتفاق سے پارے کو اس نقطہ تک لے گیا۔ اسی طرح یہ بھی محض حسن اتفاق تھا کہ پانی کا نقطۂ انجماد ۳۲ درجے نکلا اور نقطہ انجماد اور نقطۂ جوش کے درمیان ۱۸۰ درجے قرار پائے۔

کسی تاریخی شہادت سے اس امر کا پتہ نہیں چلتا کہ اپنے تپش پیما کے لئے فارن ہائٹ نے معیاری نقطوں کی حیثیت سے پانی کے نقطۂ جوش اور نقطۂ انجماد کو لیا ہی۔ حالانکہ توقع ہو سکتی ہی کہ وہ ایسا کرتا۔

ولندیزیوں اور انگریزوں نے فارن ہائٹ کے تپش پیما کو قبول کر لیا۔ لیکن دوسری قوموں نے ذرا تامل سے کام لیا۔ چنانچہ فرانس میں رینےؔ انتواں فرشول سائنوئر رومر (۱۶۸۳ء–۱۷۵۷ء) حیوانیات، نباتیات، اور طبیعیات میں اپنی تحقیق کے لئے مشہور ہی۔ وہ تپش پیما بنایا کرتا تھا۔ اس کو فارن ہائٹ کے کارناموں سے پوری واقفیت نہیں تھی۔ صرف امنتون کے ہوائی تپش پیما ہی کو وہ قابل استعمال سمجھتا تھا اگرچہ اس سے وہ مطمئن نہ تھا۔ پارے کے پھیلاؤ کی شرح چونکہ کم ہے اس لئے اس کے استعمال کا ردمر سخت مخالف تھا۔ اس لئے اس نے کوشش

لے Rene', Antoine, Ferchault, Seigneur, Reaumur

کی کہ شراب کے ہوائی تپش پیما تیار کرے جن میں سہولت بھی ہو اور صحت[1] بھی اچھی حاصل ہو۔ اس کے تجربوں سے یہ مشاہدہ اتفاقاً ہوا کہ مائعوں کو ملانے پر حجم میں کمی واقع ہوتی ہی۔ چنانچہ اس نے معلوم کیا کہ ۱ حصّہ پانی اور ۵ حصہ شراب کو ملا کر نقطۂ انجماد اور نقطۂ جوش کے درمیان پھیلا یا جائے تو ۱۰۰۰ کا حجم $\frac{۱۹۸}{۱۰۸۰}$ ہو جاتا ہی۔ اس لئے اس نے دونوں نقطوں کے درمیانی فاصلے کو ۸۰ حصّوں میں تقسیم کیا۔ لیکن رومر کے تپش پیما کچھ زیادہ اچھے نہ نکلے۔ ہر قسم کی خطائیں پائی گئیں۔ اور مختلف تپش پیما ایک دوسرے سے مطابقت نہ رکھتے تھے۔

جنیوا کے جاںؔ[2] اندرے دِلوک (۱۷۲۷ء - ۱۸۱۷ء) نے پارے کا استعمال پھر رائج کیا اور اس کی خوبیوں پر ایسے زبردست دلائل قائم کئے کہ ایک طبیعیات داں کہہ اُٹھا کہ فطرت نے محض تپش پیما بنانے کے لئے یہ معدنی شے ہم کو عطا کی ہے۔

مِئینی پیمانہ[3]:- مئینی پیمانہ یعنی سو درجوں والا پیمانہ جنیوا کے مِچلی[4] دُو کرِسٹ اور اپسالا[5] کے نباتیاتی لنّے[6] اور فلکیاتی سلسیئس اور اسٹرومر[7] نے اختیار کرلیا تھا۔ لنّے نے ۱۷۳۷ء میں ایک کتاب چھپوائی تھی جس کے سرورق پر ایک تپش پیما دکھلایا تھا۔ اس کے پیمانے کے وسط میں اکا نشان تھا اور پھر دونوں طرف ۱۰۰ درجے تک درجہ بندی تھی۔ ۱۷۴۲ء میں سلسیئس نے نقطہ جوش کو صفر درجہ قرار دیا اور نقطۂ انجماد کو ۱۰۰۔ آٹھ برس بعد اس کے رفیق کار اسٹرومر نے پیمانے کو اُلٹ دیا۔ یہی پیمانہ آج تک مستعمل ہی۔ مئینی یا مختصر امئی پیمانہ جیسا کہ آج کل بنایا جاتا ہے اسٹرومر کا رہین منّت ہی نہ کہ سلسیئس کا۔

---

[1] Accurcy [2] Jean Andre deluc [3] Centigrade Scale [4] Micheli crest [5] Upsala [6] Linne [7] Stromer [8] Celsius

اٹھارھویں صدی میں بہت سے مختلف پیمانے تپش پیمائی میں استعمال کئے جاتے تھے۔ چنانچہ جارج مارٹن نے ۱۷۴۰ء میں ۱۳ پیمانوں کا ذکر کیا ہے۔ ۱۷۷۹ء میں لامبرٹ نے ۱۹ گنائے۔ سوائے تین پیمانوں کے باقی سب گلدستہ طاقِ نسیاں ہوگئے۔ لیکن پُرلطف بات یہ ہے کہ انگلستان اور امریکہ میں فارن ہائٹ پیمانہ چلا جو جرمنی کے علاقے میں ایجاد ہوا تھا۔ رومر کا پیمانہ فرانس میں وجود میں آیا لیکن چلن اس کا جرمنی میں ہوا۔ خود فرانس میں سی کا پیمانہ چلا، حالانکہ سلسیس فرانس کا باشندہ نہیں تھا۔ آجکل کی سائنس کی دُنیا میں سی پیمانے ہی کو فوقیت دی جاتی ہے۔ کاش باقی سب پیمانے حوالہ نسیاں ہوگئے ہوتے اور صرف سی پیمانہ ہی باقی رہتا تو سائنس کے لئے بڑی سہولت کا باعث ہوتا۔

حرارت اور تپش

اوپر ہم نے تپش پیما کا ذکر کیا۔ یہ آلہ تپش کی پیمائش کرتا ہے نہ کہ حرارت کی۔ حرارت کے متعلق مسائل کو سمجھنے کے لئے ضروری ہے کہ ان دونوں کے فرق کو اچھی طرح سے ذہن نشین رکھا جائے۔ چونکہ اس فرق کو سمجھ لینے کے بعد آئندہ مسائل کے سمجھنے میں سہولت ہوگی اس لئے اس فرق کو ہم یہاں ذرا تفصیل کے ساتھ واضح کئے دیتے ہیں:-

جب ہم کہتے ہیں کہ ایک شے گرم ہے یا سرد تو درحقیقت اس سے کیا مطلب ہوتا ہے؟ خود ہمارے جسموں کی ایک تپش معیّن ہوتی ہے اور وہ معتد بہ طور پر نہیں بدلا کرتی۔ فارن ہائٹ پیمانے پر وہ ہمیشہ ۹۸٫۴ درجہ ہوتی ہے۔ یہی وہ پیمانہ ہے جس سے ڈاکٹر بخار کا اندازہ کرتے ہیں۔ زمین کے گرم ترین خطّوں میں جہاں بیرونی تپش ۱۰۰°ف (یعنی ۱۰۰ درجہ فارن ہائٹ) سے بہت زیادہ ہوتی ہے ہمارے جسم کی تپش طبعی تپش سے کچھ اوپر ۱° ہی بڑھتی ہے۔ اس کے مقابل شمالی سائبیریا میں تپش -۸۸°ف ہوجاتی ہے یعنی برف کی تپش سے ۱۲۰ درجے نیچے۔ وہاں بھی ہمارے جسم کی تپش

۹۸° ف سے شاذونادر ہی کم ہوتی ہے۔ اگر جسم کی تپش ۱۰۲° ہو جائے تو ڈاکٹر کہتے ہیں کہ ہم کو بخار ہے۔ اگر یہ تپش بڑھ کر ۱۰۵° یا اس سے زیادہ ہو جائے اور کچھ عرصہ تک قائم رہے تو عام طور پر اُسے خطرناک سمجھا جاتا ہے۔ پس ہمارا جسم گویا ایک طرح کا معیار ہو گیا۔ چنانچہ جب ہم کہتے ہیں کہ "آج بہت گرمی ہے" یا "آج بہت سردی ہے" تو ہر دو موسم گرما و سرما کا مقابلہ ہم اپنی ہی تقریباً مستقل تپش سے کرتے ہیں۔

لیکن بعض اُمور ایسے ہیں جن سے ہم کو اس نتیجہ پر پہنچنا پڑتا ہے کہ بالآخر ہمارا جسم زیادہ بھروسے کے قابل معیار نہیں ہے۔ چنانچہ ایک معمولی سا تجربہ اس سلسلے میں ہر شخص انجام دے سکتا ہے جس سے یہ واضح ہو جائے گا کہ گرمی اور سردی کی تعریف اتنی آسان نہیں ہے جتنی کہ سمجھی جاتی ہے۔ وہ تجربہ یہ ہے کہ تین برتن لئے جائیں، ایک میں خوب گرم پانی رکھا جائے، دوسری میں برف سرد پانی اور تیسرے میں تازہ پانی۔ سیدھے ہاتھ کو گرم پانی میں اور بائیں ہاتھ کو سرد پانی میں کچھ دیر رکھکر دونوں ہاتھوں کو تازہ پانی میں منتقل کیا جائے تو سیدھا ہاتھ ہمیں بتلائے گا کہ تیسرے برتن میں سرد پانی ہے اور بایاں ہاتھ کہے گا کہ وہ گرم ہے۔ ظاہر ہے کہ تیسرے برتن کا پانی ایک ہی وقت میں گرم اور سرد تو ہو نہیں سکتا۔ پس کس ہاتھ کی شہادت کو قبول کیا جائے؟

اچھا اب ایک دوسری مثال لیتے ہیں۔ شیشے کا ایک منقارہ لیا جائے۔ منقارہ ایسے گلاس کو کہتے ہیں جس میں ایک ٹوٹی سی لگی ہوتی ہے اور جو ایسے شیشے کا بنا ہوتا ہے جو آگ کو برداشت کر سکتا ہے۔ اس منقارے میں کوئی نصف پنٹ (تقریباً ۵ چھٹانک) پانی بھر کر کوئی پندرہ منٹ تک شراب کے لمپ پر اُسے رکھا جائے۔ اس عرصے میں پانی جوش نہیں کھائے گا تو گرم ضرور ہو جائے گا۔ اب تانبے کی ایک کیتلی میں دس گنا پانی بھر کر لمپ پر اتنی ہی مدّت کے لئے رکھا جائے تو یہ پانی مشکل سے نیم گرم ہوگا۔ باینہمہ

Beaker ل

ہر دو صورتوں میں حرارت کی ایک ہی مقدار بہم پہنچائی گئی ہے۔

پس حرارت اور تپش دو مختلف چیزیں ہیں۔ دو جسموں میں حرارت کی ایک ہی مقدار ہو سکتی ہے۔ اس پر بھی وہ مختلف تپشوں پر ہو سکتی ہیں۔

بلیک کا نظریہ حرارت مخفی

فرض کیا کہ گرم چولھے پر ایک برتن میں ہم نے برف کا ایک ٹکڑا رکھا۔ تو حسب توقع وہ ٹکڑا پگھلنا شروع ہو جائے گا۔ اب برتن میں برف کو خوب ہلایا جائے کہ وہ حاصل شدہ پانی میں رل جائے تو ہم دیکھیں گے کہ جب تک برف کا ذرا سا ٹکڑا بھی پگھلنے کے لئے باقی ہے تو پانی کی تپش ۰° م[1] یا ۳۲° ف سے آگے نہیں بڑھتی۔ حرارت کہاں جا رہی ہے؟ برتن کو گرم کیے جائیں تو برف بالکل غائب ہو جائے گا پھر پانی کی تپش بڑھنا شروع ہو گی یہاں تک کہ تپش پیما ۱۰۰° م یا ۲۱۲° ف بتلائے گا۔ جب تک ہوا کے دباؤ میں فرق واقع نہ ہو ہمارے گرم کرتے رہنے سے پانی کی تپش اس سے آگے نہیں بڑھتی۔ پھر وہی سوال کہ حرارت کہاں جاتی ہے؟ اس کا جواب بلیک نے دیا۔

۱۷۲۸ء میں فرانس کے ساحلی مقام بورڈو[2] میں ایک لڑکا پیدا ہوا جس کا نام یوسف[3] بلیک تھا۔ اس کا باپ اسکاچستان کا رہنے والا تھا۔ بورڈو میں اس کی ایک دوکان شراب فروشی کی تھی۔ اور ایک دوکان بلفاسٹ میں تھی۔ بلیک کی تعلیم پہلے بلفاسٹ میں ہوئی اور پھر جامعۂ گلاسگو میں۔ اسی جامعہ میں وہ آگے چل کر طب اور کیمیا کا پروفیسر ہو گیا، اور ۱۷۶۶ء میں جامعہ ایڈنبرا میں پروفیسر مقرر ہوا۔ ۱۷۹۹ء میں اس نے انتقال کیا۔

بلیک کے زمانے میں حرارت کو ایک نہایت درجہ لطیف سیال سمجھا جاتا تھا

---

[1] صفر درجہ مئی یا ۳۲ درجہ فارن ہائٹ [2] Bordeaux

[3] Joseph Black

جو کثیف ترین اجسام کے ذرّوں میں بھی اپنا راستہ پیدا کر لیتا تھا۔ تعجب ہوتا ہے کہ اس زمانے کے سائنس دانوں نے اس کو کیوں محسوس نہیں کیا کہ ایک جسم کا وزن گرم اور سرد دونوں حالتوں میں ایک ہی ہوتا ہے تو پھر حرارت میں وزن کہاں ہوا؟ اور وزن چونکہ مادّے کے ساتھ مخصوص ہے اس لئے حرارت مادّی شے نہیں ہو سکتی۔

بہرحال اس سلسلے میں بلیک نے جو تجربے انجام دیئے وہ ہمارے اوپر کی تجربے سے ملتے جلتے تھے۔ یعنی اس نے دو صراحیاں لیں۔ ایک میں وہ برف بھر دیا جو پگھلنے کے قریب تھا، اور دوسری میں اتنا ہی برف سرد پانی۔ دونوں صراحیوں کو اس نے ایسے کمرے میں رکھا جس کی تپش ۸٫۵ ْم یا ۴۷٫۳ ْف پر برقرار رکھی گئی۔ آدھے گھنٹے کے بعد جس پانی کی تپش ابتداءً ۰ ْم تھی اس کی تپش ۴ ْم ہو گئی۔

[نوٹ:۔ مئی یا فارن ہائٹ پیمانے کی تپشیں ایک دوسری میں تحویل کی جا سکتی ہیں تحویل کا ایک آسان سا قاعدہ ہم یہاں درج کرتے ہیں:۔

مئی تپش کو دُگنا کرو، اس میں سے دسواں حصہ گھٹا دو۔ پھر ۳۲ جمع کر دو۔

مثلاً ۸٫۵ ْم × ۲ = ۱۷، ۱۷ − ۱۷/۱۰ = ۱۵٫۳، ۱۵٫۳ + ۳۲ = ۴۷٫۳ ْف]

دوسری صراحی میں برف پگھل رہا تھا۔ برف اور پانی کے آمیزے کی تپش اب بھی ۰ ْم تھی۔ ساڑھے دس گھنٹے بعد سارا برف پگھل کر غائب ہو گیا۔ جو پانی حاصل ہوا اس کی تپش ۰ ْم سے ۴ ْم ہو گئی۔ یہ تپش وہ ہے جس پر پہلی صراحی دس گھنٹے پہلے پہنچ چکی تھی۔ اس تمام عرصے میں برف والی صراحی حرارت جذب کر رہی تھی۔ پس اگر نصف گھنٹے میں برف سرد پانی کی تپش ۴ ْم بڑھ سکتی ہے تو ۲۱ نصف گھنٹوں میں دوسری صراحی نے اتنی حرارت جذب کر لی کہ اس کی تپش ۲۱ × ۴ = ۸۴ ْ تک بڑھ جائے۔ لیکن اس کی تپش صرف ۴ ْم بڑھی۔ اس سے صاف ظاہر ہوا کہ ۸۰ ْم

لے Flasks

کے معادل حرارت تپش بدلے بغیر برف کو پانی کی شکل میں منتقل کرنے میں صرف ہوئی۔

بلیک نے ایک دوسرا تجربہ بھی انجام دیا۔ اس نے ایک پونڈ برف سرد پانی کو ایک پونڈ پانی سے ملایا' جس کی تپش ۹،° م تھی۔ تو آمیزے کی تپش ۵،۳۹° م حاصل ہوئی۔ لیکن جب اس نے ۹،° م پر ایک پونڈ پانی میں ایک پونڈ برف ڈالکر پگھلایا تو تمام برف کے پگھل جانے پر پانی کی تپش ۰° م رہی۔

اس سے ظاہر ہوا کہ گرم پانی کے ۹،° سے جس حرارت کا اظہار ہوتا ہے وہ ۲ پونڈ پانی میں چھپی ہوئی یا "مخفی تھی"۔ اسی واسطے اس نے اس کا نام "حرارت مخفی" رکھا۔ اور یہ بھی معلوم ہوا کہ پانی کی حرارت مخفی ۹، اور ۸۰ کے درمیان ہے۔

اسی طرح پانی سے جب بھاپ بنتی ہے تو حرارت مخفی پانی کو بھاپ کی شکل میں منتقل کرنے میں صرف ہوتی ہے۔ اس کے لئے بلیک نے شیشے کی ایک صراحی کو بقدر نصف پانی سے بھر دیا۔ پھر اس میں ایک سخت ڈاٹ لگا دی۔ پھر اُسے حرارت پہنچائی یہاں تک کہ پانی جوش کھانے لگا۔ مگر یہ جوش تھوڑی دیر میں رُک گیا کیونکہ بوتل کا نصف حصہ خالی بھاپ سے بھر گیا۔ اس کے بعد پانی کی تپش بڑھنے لگی یہاں تک کہ سو درجہ سے زیادہ ہو گئی۔

اس سے ظاہر ہوا کہ حرارت جب زیادہ بھاپ نہ بنا سکی یا بنانے سے روک دی گئی تو پھر مخفی نہ رہ سکی بلکہ اس سے پانی کی تپش بڑھ گئی۔ گویا وہ ظاہر ہو گئی۔ اسی واسطے اس کو حرارت[1] محسوس کہتے ہیں۔ لیکن جب ڈاٹ کو ڈھیلا کر دیا گیا تو وہ اوپر کو اُڑ گئی — اس کے ساتھ بھاپ بھی بوتل سے نکل گئی۔ ایسا ہوتے ہی پانی کی تپش گھٹ کر سو درجہ رہ گئی۔

بھاپ کا انجن | بلیک نے حرارت مخفی کا جو انکشاف کیا تھا تو اس کا اطلاق

---

[1] *Sensible Heat* [2] *Laten Heat*

بھاپ پر کیا گیا اور اس سے کام لے کر ۱۷۰۵ء میں ایک آلہ ایجاد کیا گیا تاکہ بھاپ کی طاقت سے عملی طور پر کام لیا جا سکے۔

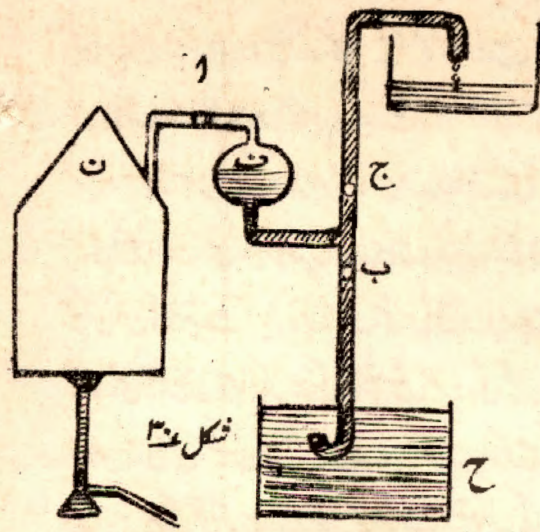
کوئی ہزار برس ادھر یعنی ہیرن یونانی کے زمانے سے اس میں کوئی ایسی ترقی نہیں ہوئی تھی۔ سترھویں صدی میں بھاپ کے فوارے ضرور ایجاد کئے گئے تھے لیکن ان کی حیثیت زیادہ تر نمائشی تھی۔ پانی کو اوپر چڑھانے یا چکیوں کو چلانے کے لئے عملی مشینیں ایجاد کرنے کی کوششیں ضرور کی گئیں۔ چنانچہ ساوری[1] نے ایسی ایک مشین بنائی تھی۔ لیکن اس سے پہلے ۱۶۰۶ء میں مارکوئیس[2] دلا پورتا نے ہیرن کے آلے میں یہ ترمیم کی تھی کہ بجائے ہوا کے بھاپ استعمال کی۔ دوسری بات اس نے یہ بتلائی کہ ظرف کو پانی سے بھرنے کے لئے اس کو ایک نل کے ذریعہ پانی کے کسی حوض سے ملایا جا سکتا ہے۔ اگر بھاپ سے بھرے ظرف کو باہر سے پانی ڈال کر ٹھنڈا کیا جائے تو بھاپ مکثف ہو جائے گی جس سے ایک خلا پیدا ہو جائے گا اور پھر پانی حوض سے کھنچ کر ظرف میں آ جائے گا۔

اسی اصول سے کام لے کر ٹامس ساوری نے ۱۶۹۸ء میں پانی کھینچنے والی ایک مشین بنائی جس کو ذیل میں بیان کیا گیا ہے۔ تجارتی پیمانے پر کامیاب بھاپ انجن سب سے پہلے اسی شخص نے بنایا جس کو کانوں سے پانی نکالنے اور کنوؤں سے پانی کھینچنے کے لئے بکثرت استعمال کیا جاتا تھا۔

شکل نمبر ۳۰ میں ساوری کے انجن کا اصول دکھلایا گیا ہے۔ اس میں ت ایک جوشدان ہے جس میں بھاپ تیار ہوتی ہے۔ ا، ب اور ج پر صمام[3] ہیں جو ایک طرف کھلتے ہیں۔ ف ایک ظرف ہے جس میں آدھا پانی رہتا ہے۔ ح پانی کا

---

[1] Savery [2] Marquess Della-Porta [3] Valve



شکل عنہ ۳۰

حوض یا خزانہ ہے۔ د د ہ ظرف جس میں پانی پہنچانا مقصود ہے۔ پہلے حام ب کو بند رکھا جائے اور ا اور ج کو کھول دیا جائے تو بھاپ ف میں داخل ہو کر پانی کو دبائے گی اور د میں پہنچا دیگی اب ا اور ج کو بند کرنے اور ب کو کھولنے سے حوض ح سے پانی ف میں چڑھے گا بشرطیکہ ف پر ٹھنڈا پانی ڈالا جائے۔ کیونکہ ف میں بھاپ مکثف ہوگی، ایک خلا پیدا ہوگا اور نتیجہ میں پانی ح سے ف میں آجائے گا۔ پھر ان عملوں کو دہرا کر انجن کو جاری رکھا جاسکتا ہے۔

ساوری کا انجن ۳۴ فٹ سے زیادہ پانی کو کھینچ نہ سکتا تھا۔ یعنی ح سے ف کی بلندی ۳۴ فٹ سے زیادہ نہ ہو سکتی تھی۔ لیکن وہ پانی کو ہر بلندی تک پھینک سکتا تھا۔ یعنی ف سے د کی بلندی بہت کافی ہو سکتی تھی۔ چنانچہ ساوری نے ۳۰۰ فٹ تک پانی چڑھایا۔

ڈینس پاپن[1] ایک فرانسیسی پناہ گزیں تھا جو انگلستان میں آبسا تھا۔ وہ طبیعیات کا ماہر تھا۔ اس نے ہڈیوں اور دوسری سخت چیزوں کے نرم کرنے کا ایک طریقہ نکالا تھا کہ ان کو دباؤ کے تحت ایک بند ظرف میں جوش دیا جائے۔ اس سے پانی کا نقطہ جوش

Denis Papin [1]

کوئی ۱۵۰ درجے کے قریب ہو جاتا ہے۔ اس حالت میں پانی ایک طاقتور محلل[1] بن جاتا ہے۔ چونکہ ایسی صورتوں میں بھاپ بلند دباؤ کے تحت ہوتی ہے اس لئے ظرف کے پھٹ جانے کا خطرہ رہتا ہے۔ اس سے بچنے کے لئے پاپن نے ایک حفاظتی[2] صمام ایجاد کیا۔ اس کو شکل ۳۱ میں دکھلایا گیا ہے۔ ظ ایک بند ظرف ہے جس میں حفاظتی صمام لگا ہوا ہے۔ یہ مشتمل ہے ایک سلاخ ل م پر جو ل پر کی ایک چول پر قائم ہے اور جس کے دوسرے پر ایک وزن و ہے یہ ایک صمام ص کو دباتا ہے جو نلی ح ح کے سر پر لگا ہے۔ نلی خود اندرون ظرف سے ملی ہے۔ ظرف میں بھاپ رہتی ہے۔ جب دباؤ ایک خاص حد سے بڑھ جاتا ہے تو صمام ص کھل جاتا ہے اور زائد بھاپ نکل جاتی ہے۔ اس کو قابو میں رکھنے کے لئے یا تو وزن و میں کمی بیشی کی جاتی ہے یا ل سے اس کا فاصلہ گھٹا بڑھایا جاتا ہے۔



شکل ۳۱

پاپن نے جہاں یہ ظرف ایجاد کیا جو اس کے نام سے موسوم ہے وہاں ایک قابل قدر ایجاد اور بھی کی۔ اس نے ایک انتصابی اسطوانے[3] کے اندر ایک فشارہ[4] داخل کیا۔ اسطوانہ نیچے سے بند تھا اور اوپر کھلا تھا۔ بھاپ کی کھینچی قوت کی وجہ سے فشارہ اسطوانہ میں چڑھتا تھا اور جب سرد کر کے بھاپ کو مکثف کیا جاتا تو فشارہ نیچے اترتا تھا۔ اس طرح اسطوانے میں فشارہ نیچے اوپر حرکت کرتا تھا۔

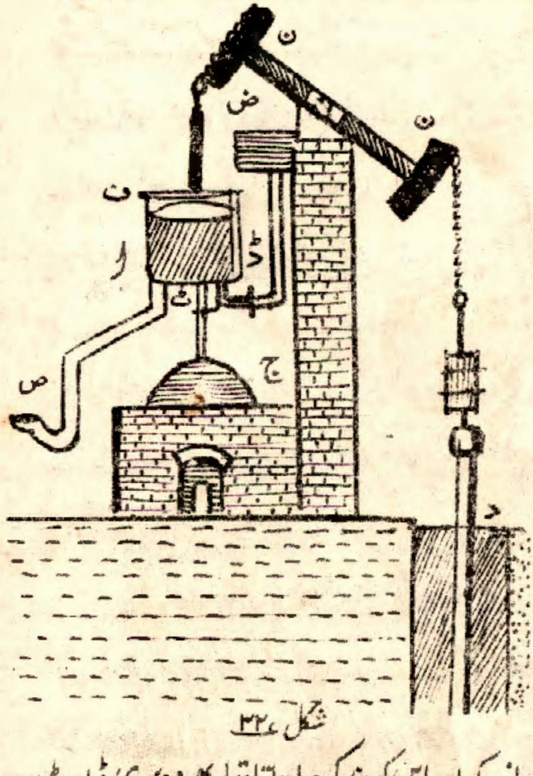
---

[1] Solvent
[2] Safety valve
[3] Vertical Cylinder
[4] Piston

بھاپ کے انجن آج تک اس اُصول پر کام کرتے ہیں۔

۱۷۰۵ء میں ٹامس نیوکامن[ط] نے ان اُصولوں سے کام لے کر ایک انجن تیار جو اس زمانے میں آگ پمپ[ٹ] کہلاتا تھا۔ نیوکامن انگلستان کے موضع ڈارٹماوتھ[ے] کا ایک لوہار تھا۔ ممکن ہے کہ اُسے ساوری کے انجن کا بھی علم ہو کیونکہ ساوری اس سے پندرہ میل ہی کے فاصلے پر رہتا تھا۔ جان کیلے[تے] کی مدد سے نیوکامن نے ایک ہوائی بھاپ انجن تیار کیا۔ اور اس کا حق محفوظ کر دیا۔ ۱۷۱۱ء میں یہ انجن پانی نکالنے کی غرض سے وولورہیمپٹن[ث] میں لگایا گیا۔

شکل ۳۲ میں نیوکامن کا انجن دکھلایا گیا ہے۔ اسمیں بھاپ ایک جوشدان ج میں پیدا ہوتی ہے جو اسطوانہ اسکے نیچے ہے جس میں فشارہ ف ہے۔ تکثیف کے لئے پانی حوض سے بذریعہ ڈاٹ ڈ اسطوانہ میں داخل ہوتا ہے۔ فشارہ کو اُتارتے وقت اس کو کھولا جاتا تھا۔ اسوقت



شکل ۳۲

ہوا کا دباؤ مدد کرتا تھا۔ اترنے کے بعد اس کو بند کر دیا جاتا تھا۔ پھر دوسری ڈاٹ ط کھولی جاتی تھی، اور اسی طرح۔ اسطوانہ کی دیواریں چونکہ پانی کے داخل ہونے

Dartmouth[ے] Fine pump[ٹ] Thomas Newcomen[ط]
Woolverhampton[ث] John Calley[تے]

سے سرد ہو جاتی تھیں اس لئے بھاپ کا ایک حصّہ مکتشف ہو جاتا تھا۔ یہاں تک کہ دیواریں پھر گرم ہو جاتیں۔ اس طرح بھاپ ضائع بہت جاتی تھی اور ایندھن کا صرفہ بہت ہوتا تھا۔ بھاپ کے مکتشف ہونے سے جو پانی بنتا تھا وہ ایک نل کے ذریعہ نکل جاتا تھا جس کے سرے پر حام ص تھا۔ فشارہ ف کے اترتے وقت یہ حام کھل جاتا تھا۔ پانی کے پمپ کی سلاخ د کو چلانے کے لئے ڈنڈی ن ف کام دیتی تھی۔

جیمس واٹ کی صلاحیں:۔ جیمسؒ واٹ اسکاچستان کا رہنے والا تھا جہاں وہ بہ مقام گرینا کؒ ۱۷۳۶ء میں پیدا ہوا۔ اس کا باپ ایک چھوٹا موٹا تاجر تھا۔ مالی حالت اچھی نہ تھی اس پر ایک سٹے میں اپنی



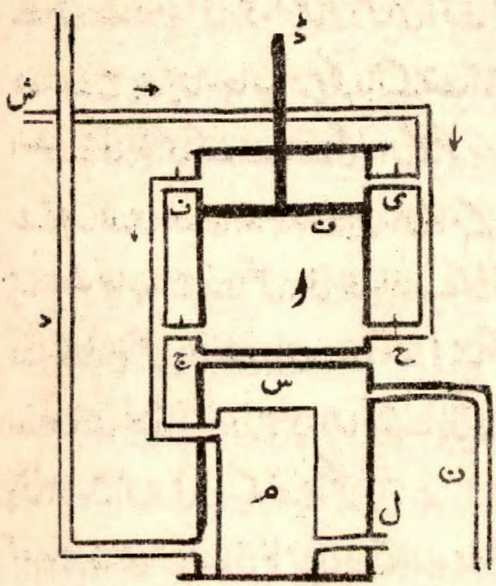
Greenock of James Watt

ساری پونجی کھو بیٹھا۔ واٹ نے آلہ سازی کا پیشہ اختیار کیا اور اس حیثیت سے لندن میں کام کرنے گیا۔ وہاں سے واپس آیا تو اپنا کام کرنے کے لئے ایک دکان کھولنا چاہی۔ لیکن مقامی انجمن تاجران نے اس کی اجازت نہ دی۔ لیکن جامعہ گلاسگو کے ارباب اقتدار نے جب یہ سنا کہ جیمس بڑا اچھا مستری ہے تو اُنھوں نے اپنے احاطے میں کام کرنے کی اجازت دیدی۔ وہاں واٹ ان آلوں کی مرمّت کیا کرتا جو تجربہ خانوں میں ٹوٹتے پھوٹتے رہتے تھے۔ اس طرح وہاں کے پروفیسروں کے لئے وہ بہت کار آمد ثابت ہوا۔

ایک دن طبیعیات کے پروفیسر نے مرمّت کے لئے اس کو ایک انجن دیا۔ جو نیوکامن کا انجن تھا۔ اس انجن کی مرمّت میں وہ مصروف تھا کہ اُسے بھاپ انجنوں کے عام نظریہ کے مطالعہ کرنے کا خیال پیدا ہوا۔ اس زمانے میں وہاں بلیک کیمپ کا پروفیسر تھا اور حرارت مخفی سے متعلق اپنی تحقیقات میں مصروف تھا۔ وہ کبھی کبھی واٹ کے کارخانے میں چلا جاتا اور سائنسی مسئلوں پر گفتگو کیا کرتا۔ دونوں ہم عمر سے تھے۔ اس لئے دونوں میں بہت گہری دوستی ہو گئی۔

واٹ نے اپنے دوست بلیک سے انجن کے متعلق مشورہ کیا تو اُسے معلوم ہوا کہ بھاپ میں حرارت مخفی رہتی ہے اور جب تک وہ نکل نہ جائے بھاپ پانی نہیں بن سکتی۔ یہ کام نیوکامن کے انجن میں اسطوانے کے اندر ہوتا ہے جس سے وہ ٹھنڈا ہو جاتا ہے۔ ایک روز شام کے وقت گلاسگو میں واٹ سیر کے لئے جارہا تھا کہ اُسے خیال آیا کہ اگر بھاپ کسی دوسری جگہ تکثف کی جاسکے تو اسطوانہ گرم رہیگا اور اس طرح بہت سا ایندھن بچ جائے گا۔ اس سلسلے میں خود واٹ کے الفاظ یہ ہیں۔ "............میں اس وقت انجن ہی کے متعلق سوچ رہا تھا اور گڈریے کے مکان تک ہی گیا تھا کہ میرے ذہن میں یہ خیال آیا کہ چونکہ بھاپ ایک لچکدار شے ہے اس لئے وہ ایک خلا میں فوراً گھس پڑے گی۔ پس اگر اسطوانہ اور ایک خالی شدہ برتن میں کوئی تعلق پیدا کر دیا جائے تو وہ اس میں

گھس جائے گی، اور وہاں اسطوانہ کو ٹھنڈا کئے بغیر مکثف ہو جائے گی" کہتے ہیں کہ نیوکامن کے انجن میں اصلاح و ترمیم کرکے واٹ نے جو آسے اپنا انجن بنالیا تو یہ اس کی پچاس برس کی عرق ریزی اور دماغ پاشی کا نتیجہ تھا۔



شکل ۴۳

شکل ۴۳ میں اس کے انجن کا خاکہ دکھلایا گیا ہی۔ ا ایک اسطوانہ ہے جس میں فشارہ ف اوپر نیچے حرکت کرتا ہی۔ اسطوانہ کے ہر سرے پر دو جوڑ نلیاں ی، ف، ج، ح لگی ہیں۔ ی اور ح دونوں کا تعلق جوشدان ش سے ہے (جوشدان نہیں دکھلایا گیا ہی) ف اور ج کا تعلق ایک نلی کے ذریعہ مکثف[1] م سے ہے۔ مکثف میں ایک نکاس نلی ل لگی ہی۔ خود مکثف ایک دوسرے اسطوانے س کے اندر ہے۔ اس اسطوانے میں ایک داخلہ نلی د ہی جسکے ذریعہ کسی خزانے سے ٹھنڈا پانی آتا ہی (یہ خزانہ دکھلایا نہیں گیا ہی) اسطوانے میں نکاس نلی ن بھی لگی ہوئی ہو۔ ی، ف، ج، ح پر صمام لگے ہیں وہ اس طرح استعمال کئے جاتے ہیں کہ اگر ی اور ج کھلے ہوں تو ف اور ح بند ہوں۔ اور جب ف اور ح کھلے ہوں تو ی اور ج بند ہوں۔ فشارے کی

---

[1] Condenser

ڈنڈی ڈ کو کسی پمپ، پہیئے یا کسی مشین سے لگا یا جا سکتا ہے جس میں کام انجام دیا جاتا ہو۔

اب رہا یہ امر کہ یہ انجن کام کس طرح کرتا ہے۔ تو جب شکل بھاپ جوشدان سے ش کے ذریعہ آتی ہے۔ فرض کرو کہ اس وقت ی اور ج کھلے ہیں اور ف اور ح بند ہیں۔ بھاپ ہر چونکہ دباؤ کے تحت آرہی ہے اس لئے فشارے کو اسطوانے کی پیندی تک لے جائے گی۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ ف اور ح کھل جاتے ہیں اور ی اور ج بند ہو جاتے ہیں۔ اس کام کے لئے مناسب سلاخیں لگی رہتی ہیں۔ اب بھاپ ح پر داخل ہوتی ہے۔ فشارے کو اٹھاتی ہے۔ پہلے کی بھاپ ف کے ذریعہ نکل جاتی ہے۔ وہاں سے وہ مکثفہ ا میں پہنچتی ہے جو س کے اندر بند ہے۔ اور س میں ٹھنڈا پانی دوڑتا ہے۔ اس ٹھنڈے پانی کی وجہ سے بھاپ سرد ہو کر پانی بن جاتا ہے جو نلی ل کے ذریعہ نکل جاتا ہے۔ ا میں بھاپ کی وجہ سے س گرم ہوتا رہتا ہے اس لئے پانی نکاس نلی ن کے ذریعہ برابر نکلتا رہتا ہے۔ غرضکہ بھاپ کو سرد کرنے کے لئے س میں پانی کا دوران برابر قائم رہتا ہے۔

اس سے معلوم ہوا کہ واٹ نے درحقیقت ایک ایسے آلے کا اضافہ کیا جسمیں فشارے والے اسطوانے کے علاوہ ایک اسطوانہ اور استعمال کیا جاتا ہے جہاں بھاپ مکثف ہوتی رہتی ہے۔ اسی واسطے ایسے اسطوانے کو مکثفہ کہتے ہیں جو شکل میں م ہے۔ اس ترکیب کی وجہ سے فشارے والا اسطوانہ ہمیشہ بھاپ ہی کی تپش پر رہتا ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوا کہ نیوکامن کے انجن میں جو حرارت بھاپ کی تکثیف کے بعد اسطوانے کو گرم کرتی تھی وہ اب میکانکی کام انجام دینے کے لئے دستیاب ہو گئی۔ دوسری اصلاح واٹ نے یہ کی کہ بھاپ ہی سے فشارے کو نیچے بھی دبایا اور اوپر بھی اٹھایا۔ اس میں م کے خلاء سے بھی مدد ملی۔ اس طرح ہوائی دباؤ سے کام لینے کی ضرورت نہ رہی۔

نیوکامن کے انجن کو ہم نیم بھاپی انجن کہیں تو واٹ کے انجن کو ہمیں پورا بھاپی انجن کہنا چاہئے۔

بھاپ کے انجن کی ایجاد نے دُنیا میں چونکہ زبردست انقلاب پیدا کر دیا اس لئے اس کی اہمیت کے مدنظر ہم ذرا واٹ کی سرگزشت بیان کرنا چاہتے ہیں تاکہ معلوم ہو کہ ایجادوں کے پس پردہ کیا ہوتا رہتا ہے اور اس میدان کے مرد کس ہمّت اور استقلال سے کام لیتے ہیں۔ اوپر ہم نے اصول کی تفہیم کے لئے انجن کا ایک مختصر خاکہ بیان کیا ہے۔

جب گلاسگو میں واٹ سیر میں مصروف تھا اور اس کے ذہن میں انجن کے متعلق ایک خیال اُترا تو اسے یہ خبر نہ تھی کہ وہ کتنی مصیبت اپنے لئے مول لے رہا ہے۔ اصلاحیں سوچنے کو تو اس نے سوچ لیں لیکن محض سوچ لینے ہی سے تو انجن نہیں بنا کرتے۔ اس کے لئے ضرورت ہوتی ہے روپیہ کی اور وہ واٹ کے یہاں ندارد۔ اس لئے مجبوراً اس نے اپنے دوست یوسف بلیک سے مدد چاہی۔ لیکن اس کی مالی حالت بھی کچھ اچھی نہ تھی۔ اس لئے بلیک نے واٹ کو ڈاکٹر روبک[1] سے ملا دیا جو لوہے کے چند کارخانوں کا مالک تھا۔ وہ کارخانے آج بھی چل رہے ہیں۔

ہوا یہ کہ ڈاکٹر روبک اس کاچستان میں کوئلے کی چند کانوں میں کھُدائی کا کام کر رہا تھا۔ ان کانوں میں پانی ایسا نکلا کہ پمپوں کے ذریعے سے وہ پانی نہ نکلوا سکا اس نے پمپ چلانے کے لئے نیوکامن کا انجن لگا رکھا تھا لیکن وہ زیادہ تیز کام نہ کرتا تھا۔ بلیک نے روبک کو یقین دلایا کہ واٹ کا انجن بدرجہا بہتر کام دے گا۔ اس لئے روبک تیار ہو گیا کہ روپیہ مہیا کرے اور واٹ کا شریک ہو جائے۔

انجن تیار کیا گیا۔ اس کی آزمائش کی گئی تو وہ ناکام رہا۔ اب واٹ کا بُرا حال تھا

---

[1] Dr Roebeck

سر چکرا گیا، دل بیٹھ گیا۔ بالآخر اس نے ٹوٹے دل سے یہ کہا کہ "دنیا بھر میں کوئی حماقت ایجاد کرنے سے بڑھکر نہیں"۔

لیکن واٹ بھی کیا کرتا۔ اس کو جو کاریگر ملے تھے وہ اچھے نہ تھے۔ نمونے نے تو خوب کام دیا تھا لیکن انجن ناکام رہا۔ واٹ کے دل پر چوٹ لگی۔ وہ ڈاکٹر روئبک کے روپیہ کا نقصان برداشت نہیں کر سکتا تھا، اپنا روپیہ ہوتا تو مضائقہ نہ تھا۔ طرہ اس پر یہ ہوا کہ ڈاکٹر روئبک کو نقصان پر نقصان ہو رہا تھا کیونکہ پانی کے بھرے رہنے سے کانوں سے کوئلہ نکالا نہ جا سکتا تھا۔ اس لئے روئبک اور واٹ دونوں قرض سے گرانبار ہوتے چلے گئے۔ ایسے وقت بلیک کام آیا۔ اس نے سفر خرچ دے کر واٹ کو لندن بھیجا تاکہ اپنا انجن محفوظ کرا دے۔ کہیں کوئی دوسرا اس کی نقل نہ کرلے۔ واٹ جب لندن میں تھا تو اس کی بیوی نے اس کو لکھا:۔

"میں تم سے التجا کرتی ہوں کہ تم بالکل نہ گھبراؤ چاہے تمہاری مرضی کے مطابق کامیابی ہو یا نہ ہو۔ اگر انجن سے کام نہ چلا تو کسی اور چیز سے چلے گا۔ مایوس مت ہو"۔

یہ نصیحت اس کو بر وقت پہنچی اور واٹ نے اس پر عمل کیا۔ اس کو سول انجنیر کی حیثیت سے ملازمت مل گئی۔ اس نے کئی نہریں کھدوائیں لیکن ہمیشہ وہ اپنے انجن کے متعلق سوچتا رہتا تھا۔ راتوں کو جاگتا تھا کہ کامیابی کس طرح حاصل ہو۔ اس نے فرانسیسی اور جرمنی زبانیں بھی سیکھیں تاکہ ان زبانوں کے سائنسی ادب کا مطالعہ کر سکے۔

جب واٹ کی بیوی نے دائمی مفارقت اختیار کی تو وہ بہت دل شکستہ ہو گیا۔ ٹھیک اسی زمانے میں برمنگھم کے ایک کاروباری شخص نے واٹ کے انجن کا نقشہ دیکھا۔ انجنیر کی حیثیت سے واٹ اس کا بھی کام کر چکا تھا۔ اس نے

انجن کے متعلق بہت اچھی رائے قائم کی۔ اور سرمایہ مہیا کرنے کے لئے تیار ہوگیا۔ اب واٹ برمنگھم کے میتھیو بولٹن کا شریک ہوگیا۔ یہاں کے کاریگر چونکہ ہوشیار تھے اس لئے بالآخر ایک قابل اطمینان انجن تیار ہوگیا۔

عام طور پر یہ قصہ مشہور ہے کہ جیمس واٹ جب لڑکا تھا تو اس نے چولھے پر ایک کیتلی چڑھی دیکھی جس میں پانی جوش کھا رہا تھا۔ کیتلی پر ڈھکنا تھا۔ بھاپ نے ڈھکنے کو اُچھال دیا۔ اس مشاہدے کو ذہن میں رکھکر واٹ نے بالآخر بھاپ انجن تیار کرلیا۔ اسی لئے عام طور پر واٹ ہی کو انجن کا موجد سمجھا جاتا ہے۔ لیکن اوپر جو داستان بیان کی گئی ہے اس سے ثابت ہوتا ہے کہ یہ قصہ محض افسانہ ہے۔ واٹ پہلا شخص نہیں ہے جس نے بھاپ سے چلنے والے انجن ایجاد کئے ہوں۔ البتہ سب سے پہلے اس نے ایسا انجن بنایا جو آجکل بھی جاری ہے، جو بھاپ کی طاقت سے چلتا ہے اور جس میں کوئلہ یا لکڑی کم جلتی ہے اور کام زیادہ مقدار میں ہوتا ہے۔

آواز آواز کے متعلق نیوٹن نے ایک ضابطہ حاصل کیا تھا۔ اس کے بعد سے بہت سے لوگوں نے آواز کی موجوں کے متعلق تجربے اور تحقیق شروع کردی۔ چنانچہ ان میں یوسف[۱] سوویور زیادہ مشہور ہے۔

سوویور ۱۶۵۳ء میں بمقام لافلش[۲] پیدا ہوا۔ سترہ سال کی عمر میں وہ قسمت آزمائی کرنے پا پیادہ پیرس روانہ ہوگیا۔ ۱۶۸۶ء میں وہ شاہی کالج میں ریاضی کا پروفیسر مقرر ہوگیا۔ زبان میں اس کے لکنت تھی۔ کان بالکل موسیقی شناس نہ تھے۔ یہاں تک کہ سُروں کو وہ موسیقاروں[۳] کی مدد سے پہچانتا تھا۔ پیدائش کے بعد سات سال تک وہ بالکل بہرا تھا۔ یہی وجہ ہے کہ عمر بھر ٹھیک طور پر بات سُننے اور کہنے کے قابل نہ ہوا۔ باوجود اس کے آواز پر اس کے مقالے بہت اہمیت رکھتے ہیں۔

---

[۱] Joseph Sauveur [۲] La Flèche [۳] Musicians

۱۷۱۶ء میں اس نے انتقال کیا۔

اس سے پہلے موسیقی داں یہ معلوم کر چکے تھے کہ اگر ایسی دو بانسریاں بجائی جائیں جن کے طول برابر نہ ہوں تو چھوٹی میں ہوا کے تموّج میں جلد بازگشت پیدا ہو جاتا ہے اور آواز یا سُر جلد نکلتا ہے۔ چنانچہ اگر دو بانسریاں ا اور ب ۸ اور ۹ فٹ لمبی ہوں تو ب سے ا بقدر ⅛ کے چھوٹی ہوگی۔ اس لئے اس میں سے سُر بقدر ⅛ کے جلد نکلے گا۔ پس جتنی دیر میں ب سے ۸ سُر نکلیں گے اتنی ہی دیر میں ا سے ۹ سُر نکلیں گے۔ گویا ب سے ا ایک سُر زیادہ نکال سکے گی۔ آگے چل کر ا کا سُر ب کے سُروں سے جا ملے گا اور آخرکار دونوں میں سے ایک ہی ساتھ سُر نکلنے لگے گا۔ پھر اُن سے ایک تال پیدا ہو جائے گی۔ پھر یہ بھی معلوم ہو سکتا ہے کہ ایک سکنڈ میں کتنی تالیں پیدا ہوتی ہیں۔ چونکہ ا میں سے ہر تال میں ۹ سُر نکلتے ہیں اس لئے تالوں کی تعداد کو ۹ سے ضرب دیا جائے تو حاصل ضرب مطلوبہ تالوں کے برابر ہوگا۔

فیثاغورث نے ایک تختے میں ایک تار لگا کر موسیقی کے سُر پیدا کئے تھے۔ گلیلیو نے یہ معلوم کیا تھا کہ تاروں سے ہوا میں تموّج جس قدر تیز ہوگا اسی قدر اونچا سُر پیدا ہوگا۔ سوویور ٹیلر وغیرہ نے جو تجربے انجام دیئے اُن سے پتہ چلا کہ تار کو چھیڑنے سے جو سُر نکلتا ہے اس کا انحصار چند چیزوں پر ہوتا ہے۔ اوّل تو یہ کہ تار جتنا لمبا ہوگا سُر اتنا ہی نیچا نکلے گا پھر تار جتنا موٹا یعنی اس کا قطر جتنا زیادہ ہوگا سُر اتنا ہی نیچا رہے گا۔ لیکن تار پر تناؤ جتنا زیادہ رکھا جائے گا سُر اتنا ہی اونچا نکلے گا۔ اور تار کے مادّے کی کثافت جتنی زیادہ ہوگی سُر نیچا رہیگا۔ غرضکہ ان چاروں میں سے کوئی بھی مقدار بدلے گی تو سُر بدل جائے گا۔ چنانچہ اگر

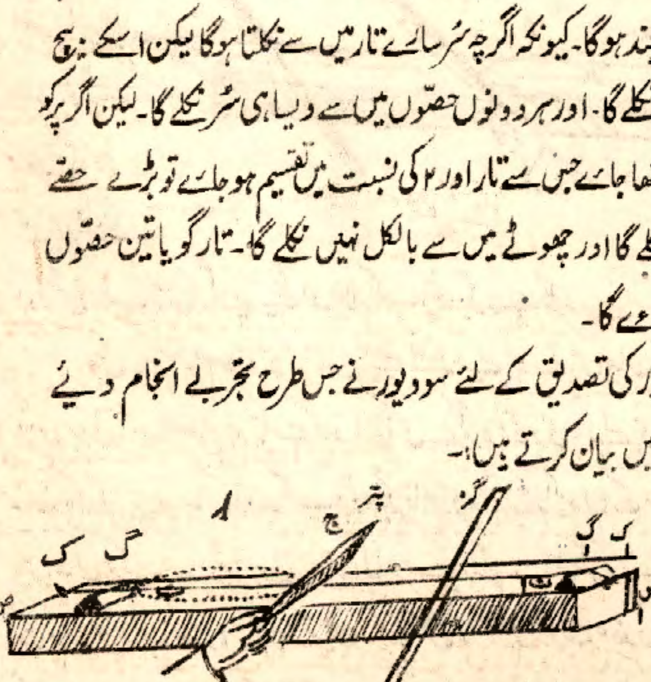
سُر Tone

دو تار سب باتوں میں برابر ہوں لیکن طول میں ایک تار دوسرے سے دوگنا ہو تو چھوٹے میں سے جتنی دیر میں دو سُر نکلیں گے اتنی ہی دیر میں بڑے میں سے ایک سُر نکلے گا۔ پس دونوں کے سُروں میں نسبت ۱، اور ۲ کی ہوگی۔ اسی لئے اونچا سُر نیچے سُر کا آٹھ گُنا تیز یا بلند ہوگا۔

یعنی سُروں کے پیمانے یا سپتک[۱] پر اونچا سُر نیچے سُر سے آٹھویں نمبر پر ہوگا۔ اسی کو کہتے ہیں کہ اونچا سُر نیچے سُر سے ایک سرگم[۲] بلند ہے۔

اگر کسی تختے پر ایک تار تان دیا جائے تو وہ ایکتارا[۳] بن جاتا ہے۔ اس کو صوت[۴] پیما بھی کہتے ہیں۔ اس تار پر سارنگی کا گز پھیرا جائے تو اس تار میں سے سُر نکلنے لگتا ہے۔ اگر تار کے بیچ میں ایک پر ہلکے سے رکھ دیا جائے تو جو سُر نکلے گا وہ پہلے سے ایک سرگم بلند ہوگا۔ کیونکہ اگرچہ سُر سارے تار میں سے نکلتا ہوگا لیکن اسکے بیچ میں سے نہیں نکلے گا۔ اور ہر دونوں حصوں میں سے ویسا ہی سُر نکلے گا۔ لیکن اگر پر کو ایسے مقام پر رکھا جائے جس سے تار ۱ اور ۲ کی نسبت میں تقسیم ہو جائے تو بڑے حصے میں سے سُر نکلے گا اور چھوٹے میں سے بالکل نہیں نکلے گا۔ تار گویا تین حصوں میں تقسیم ہو جائے گا۔

ان اُمور کی تصدیق کے لئے سودیور نے جس طرح تجربے انجام دیئے اس کو ہم ذیل میں بیان کرتے ہیں:-



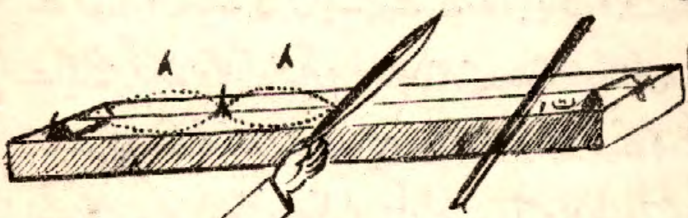
شکل ۲۱

حسب شکل ۲۱ ص ص، لکڑی کا ایک تختہ ہے اس پر دو گھوڑیاں

Monochord[۱] Octave[۲] Musical Scale or Gamut[۳]

گ، گ، نصب ہیں۔ ان پر سے ہوتا ہوا ایک تار ت ت، کھونٹیوں ک ک، میں لگا دیا گیا ہے۔ یہ گویا صوت پیما[1] ہے۔ اب تار کے وسطی نقطہ ج پر ایک پر ہلکے سے رکھا گیا ہے۔ اب پتلے کاغذ کے چند ٹکڑے '۸' کی شکل کے کاٹ لو۔ ایسے ٹکڑوں کو راکب[2] کہتے ہیں۔

ایک ٹکڑا گ اور ج کے درمیان رکھو۔ پر کو ج پر رکھ کر گ سے ج اور گ، کے درمیان تار کو چھیڑو تو تار ت ج لرزنے لگے گا اور راکب اچھل کر گر پڑے گا جیسا کہ شکل ۳۴ ب میں دکھلایا ہے۔ اب اگر تار کے سرے ف، سے ایک تہائی فاصلے پر پَر رکھا جائے اور باقی تار پر تین راکب سرخ اور نیلے رنگ کا راکب بیچ میں رہے اور پھر چھوٹے حصہ پر گز چلایا جائے، توبڑے حصے کے دو قطعے بن جائینگے



شکل ۳۵

اور سرخ راکب اچھل کر گر پڑینگے اور نیلا راکب اپنی جگہ رہے گا۔

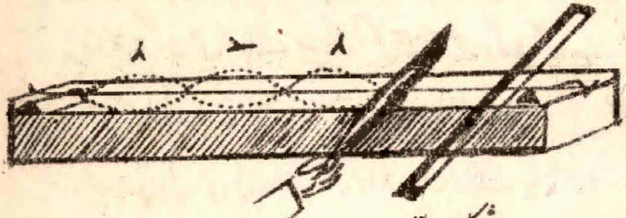
اس سے معلوم ہوتا ہے کہ تار پر بعضے نقطے ایسے ہوتے ہیں جہاں کوئی حرکت نہیں ہوتی۔ ایسا معلوم ہوتا ہے کہ وہاں کسی نے گرہ لگا دی۔ ایسے ہی نقطوں کو 'عقدہ'[3] کہتے ہیں۔ جہاں نیلا راکب اپنی جگہ قائم ہے۔ سرخ راکبوں کے مقام ایسے ہیں جہاں حرکت بہت تیز ہوتی ہے جس کی وجہ سے راکب اچھل کر گر پڑتے ہیں۔ ایسے مقام یا نقطے 'ضد عقدہ'[4] کہلاتے ہیں۔ پس شکل ۳۵ میں دو ضد عقدوں کے درمیان ایک، عقدہ ہے جس نے تار کو دو قطعوں میں تقسیم کر دیا۔ ہر قطعہ اس طرح حرکت کرتا

Antinode [4] Nodi [3] Rider [2] Sonometer [1]

ہے کہ گویا وہی پورا تار ہی۔

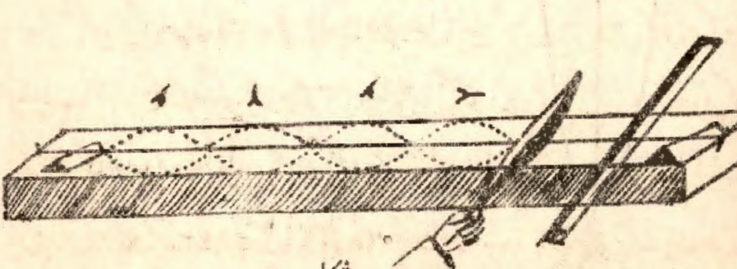
اسی طرح اگر چوتھائی طول کے اوپر پَر رکھا جائے اور بڑے حصے پر پانچ راکب رکھے جائیں اور چھوٹے حصے پر گز چلایا جائے تو بڑے حصے میں تین قطعے بن جاتے ہیں۔ان میں دو عقدے ہوتے ہیں۔چنانچہ عقدوں پر جو ۲ راکب ہوں گے وہ تو اپنی جگہ رہیں گے لیکن ضد عقدوں پر والے تین راکب اچھل کر گر پڑیں گے۔ دیکھو شکل ۳۶ ۔

تمیز کے لیے اگر سُرخ اور نیلے راکب حسب سابق استعمال کیے جائیں تو نیلے راکب اپنی جگہ رہینگے اور سُرخ راکب گر پڑینگے



شکل ۳۶

اسی طرح اگر تار کے پانچویں حصہ کے سرے پر پَر رکھیں اور حسب سابق سات راکب، تین نیلے اور چار سُرخ استعمال کریں اور چھوٹے حصے پر گز چلائیں تو چاروں سُرخ راکب حسب شکل ۳۷ گر پڑیں گے اور تین نیلے راکب اپنی جگہ رہیں گے۔پس اِس صورت میں تار کے بڑے حصے میں چار قطعے ہوں گے۔جن میں تین عقدے ہونگے؛



شکل ۳۷

اور چار ضد عقدہ۔ان چاروں قطعوں سے ایک وقت میں ایک ہی سُر نکلے گا۔

مگر اب سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ تار کے دو یا تین یا چار حصے کیوں ہو جاتے

ہیں؟ اس کا جواب جس طرح سوڈیور نے دیا اس کی توضیح کے لئے ہم ذیل کا تجربہ بیان کرتے ہیں:۔

فرض کرو کہ ایک کمرے کی چھت سے ۲۸ فٹ لمبی ربڑ کی ایک نلی لٹکی ہوئی ہے۔ نلی میں تھوڑی ریت بھر دو تاکہ اس کی حرکتیں آہستہ ہو جائیں اور آسانی سے آنکھ سے دکھائی دیں۔ فرض کرو کہ یہ نلی نقطہ س سے لٹکی ہوئی ہے۔ فرض کرو کہ اس کے آزاد سرے ا کو پکڑ کر تھوڑا سا کھینچا جائے اور اس طرح حرکت میں لایا جائے کہ نلی پوری کی پوری حرکت میں آجائے، جیسا کہ شکل ۳۸ میں دکھلایا گیا ہے۔ نلی کی حرکت کا انحصار اس کے طول، وزن، تناؤ اور اس کی دبازت پر ہوگا، اور اس پر بھی کہ اس کی حرکت کے موافق اس کو جھٹکے یا دھکے دیئے جائیں:۔



شکل ۳۸

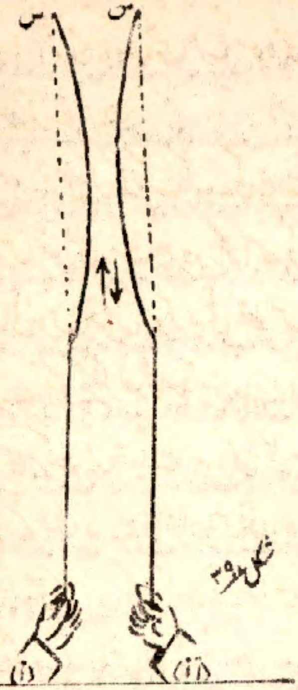
اب حرکت کو روک دیا جائے۔ اور پھر دفعتہً ایک جھٹکا ایسا دیا جائے کہ نلی پر ایک کوہان سا پیدا ہو جائے۔ یہ کوہان نبض کی حیثیت سے نلی کے ثابت سرے کی طرف چلے گا۔ جب وہاں پہنچے گا تو وہاں سے منعکس ہوگا یا پلٹے گا۔ اور پھر ہاتھ کی طرف واپس اجائے گا۔ انعکاس کے کلیے کے موجب نبض اپنی وضع بھی بدل دے گی اور سمت بھی۔

چنانچہ فرض کرو کہ شکل ۳۹ (۱) میں س کسا ہوا سرا ہے اور ا آزاد ہے جو ہاتھ میں ہے۔ اگر س تک پہنچتے وقت نبض کی وضع وہ تھی جو (۱) میں دکھلائی ہے تو بعد انعکاس اس کی وضع وہ ہو جائے گی جو (۲) میں دکھلائی گئی ہے

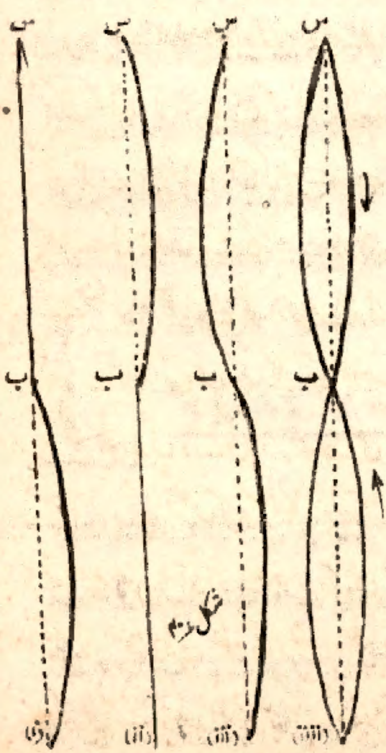
تیروں سے دونوں نبضوں کی سمتیں معلوم ہوتی ہیں۔ جو مدت نبض کو ثابت نقطہ تک پہنچنے اور ہاتھ تک واپس آنے میں لگی وہ وہی ہے جس میں نلی بہ حیثیت مجموعی حرکت کر رہی تھی۔ ایسے ہی نبضوں کے برابر ملتے رہنے سے نلی بہ حیثیت مجموعی حرکت کرتی ہے۔

اگر ایک جھٹکے کی بجائے نلی کو متواتر جھٹکے دیئے جائیں تو نلی پر نبضوں کا ایک سلسلہ چلے گا۔ ہر ایک نبض اوپر کی طرح منعکس ہوگی۔ اب دیکھنا یہ ہے کہ راست اور منعکس نبضیں ایک دوسرے کے ساتھ کیا برتاؤ کرتی ہیں۔

فرض کرو کہ ہاتھ سے ثابت سرے تک پہنچنے کے لئے نبض کو ایک ثانیہ درکار ہے۔ نصف ثانیہ کے بعد اس کی وضع وہ ہوگی جو شکل نمبر ۳۰ (i) میں دکھلائی گئی ہے۔ اس کا آخری حصہ نلی کے وسط میں ہوگا۔ پورے ایک ثانیہ کے بعد اس کی وضع ب س ہوگی (شکل (ii))۔ اب اس کا آخری حصہ نلی کے کسے سرے تک



شکل نمبر ۲۹



شکل نمبر ۳۰

پہنچ گیا ہے۔ جس وقت س سے انعکاس شروع ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ ا پر ایک جھٹکا اور دیا گیا۔ دونوں نبضوں کی رفتاریں ایک سی ہیں۔ اس لئے دونوں نقطہ س پر بہ یک وقت پہنچیں گی (شکل (iii))۔ اب کیا ہوگا؟ ہوگا یہ کہ کوہان ا ب نقطہ س تک پہنچنا چاہے گا اس لئے نقطہ ب کو داہنی طرف حرکت دے گا۔ اسی طرح کوہان س ب نقطہ ا تک پہنچنا چاہے گا اور ب کو بائیں جانب حرکت کر دے گا۔ پس نقطہ ب پر دو مساوی قوتیں بہ یک وقت مخالف سمتوں میں عمل کریں گی۔ اس لئے نقطہ ب کسی طرف بھی حرکت نہ کرے گا۔ ان حالات میں نلی کے نصف ا ب اور ب س اس طرح حرکت کریں گے کہ گویا ایک دوسرے سے بے نیاز ہیں۔ (شکل (iiii))۔

پس معلوم ہوا کہ نلی دو حلقوں میں حرکت کرے گی۔ یہی کیفیت تار کی بھی ہوتی ہے۔ اسی طرح باقی حلقوں کے لئے قیاس کیا جائے۔

یہاں غور کرنے کی بات یہ ہے کہ دو رواں نبضوں سے دو مقیم نبضیں نلی ا س پر پیدا کی گئیں۔ نبض ایک طرف اگر اٹھی ہوگی تو دوسری طرف گویا بیٹھی ہوگی۔ پس ایسی دو نبضوں سے ایک موج بنتی ہے۔ چنانچہ ا س موج کا طول ہوگا۔ جو ظاہر ہے۔ کہ حلقے کے طول کا دگنا ہے۔

نور **موجی نظریہ متروک**:۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ سترھویں صدی میں انگلستان میں نیوٹن خروجی نظریے کی حمایت کر رہا تھا تو یورپ میں اس کا ہمعصر ہوئگنس موجی نظریے کو پیش کر رہا تھا۔ دونوں اپنے اپنے نظریے کی مدد سے تاریکی کو رفع کرنے کی کوشش کر رہے تھے۔ جہاں تک ان کے نظریوں کی روشنی پہنچتی تھی وہاں تک تو صاف نظر آتا تھا لیکن اس کے بعد دونوں گویا اٹکل سے ہی کام لے رہے تھے۔ نیوٹن کی روشنی اپنے حریف

سے کسی قدر زیادہ تھی۔ اس لیئے اُنیسویں صدی کے ایک قول کے بموجب اٹھارھویں صدی میں قضا و قدر کا یہ فیصلہ ہوا کہ نیوٹن کو اس کی روشنی میں غلط دروازے تک پہنچا دیا جائے۔ بہرحال نیوٹن نے خردجی نظریے کی جو تائید کی اور موجی نظریے کو جو رد کر دیا تو اس کے اثرات بہت دوررس ہوئے۔

اٹھارھویں صدی میں صرف دو ہی نمایاں حامی موجی نظریہ کے دکھائی دیتے ہیں۔ ایک تو لیونارڈ آئلر (۱۷۰۷ء – ۱۷۸۳ء) دوسرا بنجامن فرینکلن۔ دونوں نے نظری طور پر نظریے کی تائید میں بحثیں کیں لیکن دوسروں کو یقین نہ دلا سکے۔ ۱۷۵۰ء میں آئلر نے طبیعیات پر ایک کتاب لکھی۔ اس کا ترجمہ جرمن زبان میں ہوا۔ لیکن چونکہ اس میں موجی نظریے کی تائید کی گئی تھی اس لیے جرمن مترجم نے جا بجا اپنی طرف سے حاشیے چڑھا دیئے تاکہ کوئی ناواقف ایسے نظریے کو تسلیم نہ کرلے جس کو مشاہیر ... ت میں سے کوئی بھی نہیں مانتا۔ یہ واقعہ ۱۷۹۲ء کا ہے۔

بے رنگ عدسہ کی ایجاد آئلر نے رنگوں کی توجیہ یوں کی تھی کہ وہ ارتعاشوں کی مدتوں میں فرق کی وجہ سے پیدا ہوتے ہیں۔ اس نے یہ خیال پیش کیا تھا کہ آنکھ کے مختلف پردوں میں یہ صفت ہے کہ وہ رنگوں کے انتشار کو روک دیتے ہیں۔ اِس بنا پر اس نے یہ تجویز پیش کی کہ دو مختلف اشیاء سے عدسے بنائے جائیں تاکہ لونی نقص دور ہو سکیں۔ لیکن وہ خود بے رنگ عدسہ تیار نہ کر سکا۔ اس کی وجہ وہ یہ بتلاتا تھا کہ عدسوں کی صحیح ساخت بہت دشوار ہے۔

آپسالا (واقع سوئیڈن) کی جامعہ میں ایک پروفیسر سیموئیل کلنگن اسٹیرنا تھا۔ اس کو جب آئلر کے خیالات کا علم ہوا تو اُسے اس مضمون سے دلچسپی پیدا

Benjamin Franklin ۔۲ Leonard Euler ۔۱
Samuel Klingenstierna ۔۴ Upsala ۔۳

ہوئی۔چنانچہ رنگ سے متعلق اس نے نیوٹن کے تجربات دُہرائے۔ لیکن نتائج نیوٹن سے مختلف حاصل کئے۔

اس زمانے میں لندن کے ایک عینک ساز جانؔ ڈالنڈ نے تجربوں کا ایک سلسلہ شروع کیا۔اس کے نتائج بھی نیوٹن سے مختلف رہے۔ ڈالنڈ نے مختلف قسم کے شیشے استعمال کئے۔بالآخر ۱۷۵۷ء میں ایک خط اس نے کلنگن اسٹیرنا کو لکھا جس میں وہ بتلاتا ہے کہ کراؤنؔ شیشہ کے لئے انعطافؔ نما ۱۵۳ حاصل ہوتا ہے۔ اور چقماقیؔ شیشہ کے لئے ۱۵۸۳ حاصل ہوتا ہے۔لہذا یہ ممکن ہے کہ عدسوں کو بے رنگ بنایا جاسکے۔لیکن عملی دقتیں پھر بھی حائل رہیں۔ ۱۷۵۸ء میں آخر کار وہ کامیاب ہوگیا۔اس نے ایک بے رنگ دوربین بناکر رائل سوسائٹی کو پیش کر دی۔اس سے ایک سنسنی سی یورپ بھر میں پھیل گئی۔آئلر نے انتشار کا جو نظریہ قائم کیا تھا وہ صحیح نہیں رہا جس سے اس کو بہت کوفت ہوئی۔

۱۷۶۱ء میں ڈالنڈ کا انتقال ہوگیا۔اس کے بیٹے پیٹرؔ ڈالنڈ نے کام سنبھالا۔ چنانچہ مسٹر ایسڈنؔ کی شرکت میں پیٹر نے بھی اچھی انعطافی دوربینیں تیار کیں۔خورد بینوں میں بھی بے رنگ عدسے کامیابی کے ساتھ استعمال ہونے لگے اگرچہ شروع شروع میں ناکامی سے سابقہ پڑا۔

ہوگنس نے رنگ کے اثرات کو دور کرنے کے لئے بڑے طول ماسکہ کے عدسے استعمال کئے تھے۔چنانچہ وہ انعطافی دوربین بغیر نلیوں کے بناتا تھا۔اسی وجہ سے دوربین کا دہانہ اس کو لمبے بانسوں پر چڑھانا پڑتا تھا۔ظاہر ہے کہ ایسی دوربینیں

Refractive- Index ؔ Crown Glass ؔ Jhon Dolland ؔ
Objective ؔ Ramsden ؔ Peter Dolland ؔ Flint Glass ؔ

بہت بھدّی تعین اور مناظری حیثیت سے بھی نتائج اچھے نہ حاصل ہوتے تھے۔ ہوگنس نے رائل سوسائٹی کو ایک دہانہ عدسہ پیش کیا تھا جس کا طول ماسکہ ۱۲۳ فٹ تھا۔

انعطافی اور انعکاسی دوربینوں میں رقابت:۔ بے رنگی کے سلسلے میں جو تجربات کیئے گئے اُنھوں نے گویا بڑے بڑے آئینوں اور عدسوں کی ساخت کی بنا ڈالی۔ چنانچہ بڑی بڑی انعکاسی دوربینوں کے بنانے کی کوشش کی گئی۔ اس میں اہل انگلستان نے بازی جیت لی۔ نیوٹن نے جب اپنی انعکاسی دوربین بنائی تو اس کے کوئی پچاس برس بعد ۱۷۲۳ء میں جان ہیڈلے نے رائل سوسائٹی کو ۶ فٹ لمبی ایک دوربین پیش کی۔ عمل کے لحاظ سے یہ انعکاسی دوربین اتنا ہی کام دیتی تھی جتنا کہ ہوگنس کی ۱۲۳ فٹ والی انعطافی دوربین۔

مقعر آئینوں کی تیاری میں ایڈنبرا کے جیمس شارٹ نے بہت کچھ ترقی کی۔ پھر ولیم ہرشل (۱۷۳۸ء-۱۸۲۲ء) نے گویا کمال کر دیا۔ دوربین کی فضا میں نفوذ کرنے والی طاقت کو بڑھانے کے لیئے ہرشل نے بڑے بڑے آئینے بنا کر روشنی جمع کرنے والی طاقت بڑھا دی۔ مقعر آئینوں کے بنانے میں ہرشل نے جو کمال حاصل کیا وہ مشکل سے دوسرے کے حصے میں آیا ہوگا۔ آئینوں کو شکل دینا اور پھر اُن پر پالش کرنا کوئی آسان کام نہیں ہے۔ بانیہمہ ہرشل نے ۱۰، ۲۰، ۳۰ فٹ طول ماسکہ والے آئینے تیار کیئے۔ ۱۷۸۹ء میں اس نے آخری مرتبہ ایک مقعر آئینہ تیار کیا جو قطر میں ۴ فٹ تھا۔ اس کا وزن ۲۰۰۰ پونڈ تھا اور اس کا طول ماسکہ ۴۰ فٹ۔

۱۸۴۵ء میں آئرستان کے لارڈ راس نے ایک زبردست انعکاسی دوربین تیار کی جس کے آئینہ کا قطر ۶ فٹ تھا، جس کی نلی ۵۸ فٹ لمبی اور ۷ فٹ قطر کی تھی۔ بیسویں

Concave Mirrors ے John Hadley ے Object Lens ے Lord Rosse ے William Herschel ے James Short ے Edinburgh ے

صدی سے پہلے اس سے بڑی کوئی دوربین تیار نہیں ہوئی۔

آج کل کی انعکاسی دوربینوں میں کیلیفورنیا کی لک[1] رصدگاہ کی دوربین، کناڈا کی مملکتی[2] رصدگاہ کی ۷۲ انچ والی دوربین، اور کیلیفورنیا کی رصدگاہ کوہ ولسن کی ۱۰۰ انچ والی دوربین شمار کی جاسکتی ہے۔

یہ امر باعثِ دلچسپی ہے کہ انعکاسی اور انعطافی دوربینوں میں مقابلہ عرصہ تک قائم رہا۔ کبھی ایک کو فوقیت حاصل ہو جاتی اور کبھی دوسری کو۔ اس مقابلے سے یہ فائدہ ضرور ہوا کہ دونوں کی خامیاں دور ہوتی چلی گئیں۔ چنانچہ آجکل کی رصدگاہوں میں دونوں قسم کی دوربینیں استعمال کی جاتی ہیں۔ گویا اب رقابت باقی نہیں ہے۔ ہر دوربین وہیں استعمال کی جاتی ہے جہاں وہ زیادہ موزوں ہوتی ہے۔ مثلاً سحابیوں کے فوٹو لینے اور مدھم ستاروں کے مطالعہ کے لئے انعکاسی دوربین کو خاص فوقیت حاصل ہے۔

برق اب ہم برق کا بیان کرتے ہیں جس میں خود اسی زمانے میں زبردست ترقیاں ہوئی ہیں۔ اٹھارھویں صدی ایسی صدی ہے جس میں برق سے زیادہ طبیعیات کی کسی شاخ پر اتنی کامیابی سے کام نہیں ہوا۔ البتہ تحقیقاتی کام ۱۷۹۰ء تک سکونی[3] برق تک محدود رہا۔ اس کے بعد سے حرکی[4] برق کا مطالعہ شروع ہوا۔

اس صدی میں برق پر سب سے پہلے کام کرنے والوں میں اسٹیفن[5] گرے کا نام پیش پیش ہے۔ یہ شخص گلبرٹ سے کوئی ایک صدی بعد ۱۶۹۶ء میں پیدا ہوا چارٹر ہاؤس کے مدرسے میں وہ مدرس تھا۔ طبیعت میں ریاضت اور جستجو کا مادہ

---

[1] Lick Observatory [2] Dominion Observatory

[3] Static Electricity [4] Electrodynamics or Current Electricity

[5] Stephen Gray

بہت تھا۔ عمر زیادہ نہیں پائی۔ ۱۷۳۶ء میں انتقال کیا۔ لیکن جو نقوش وہ چھوڑ گیا وہ بہت دیر پا ثابت ہوئے اس لئے قدرے تفصیل کے ساتھ ان کا ذکر کیا جائے گا۔

گرے کو گلبرٹ کے کام کا علم تھا۔ اُس نے اُس میں توسیع کرنا چاہی۔ چنانچہ اس نے شیشے کی ایک لمبی نلی کو رگڑا تو اس میں کہربا کی طرح گودے کی گولیوں اور کاغذ کے ٹکڑوں کو کشش کرنے کی خاصیت پیدا ہوگئی۔ جب نلی کے سرے پر اس نے کارک چڑھا دیا تو "یہ صفت" اس میں بھی منتقل ہوگئی۔ پھر اُس نے پچھلی پکڑنے کی بنسی لی۔ اس کے سرے پر اس نے ہاتھی دانت کی ایک گولی لگا دی۔ تو معلوم ہوا کہ شیشے کی نلی کی طرح گولی بھی عمل کرتی ہے۔ اس نے اپنے ایک دوست کے سامنے ان عجائبات کا مظاہرہ کیا۔ اس نے یہ رائے دی کہ ایک تار استعمال کیا جائے اور چھت سے ریشم کے ڈورے وقفے وقفے سے لٹکا کر تار کو سنبھالا جائے اور طول زیادہ کرنے کے لئے تار کو کئی چکر دیئے جائیں۔ چنانچہ اس پر عمل ہوا۔ تار کوئی ۳۰۰ فٹ لمبا استعمال ہوا۔ اس پر بھی وہ "صفت" رگڑی ہوئی سلاخ سے منتقل ہو کر تار کے ایک سرے سے دوسرے سرے تک پہنچ گئی۔ ایسا ہی ایک تجربہ انجام دیا جا رہا تھا کہ ریشم کے تار ٹوٹ گئے۔ پھر ریشم کے تاگوں کی جگہ آویزاں کرنے کے لئے بھی دھات کے تار استعمال کیئے گئے۔ اب جو دیکھا تو یہ معلوم ہوا کہ شیشے کو کتنا ہی رگڑا جائے "صفت" دوسرے سرے تک نہ پہنچنا تھی نہ پہنچی۔ گرے نے سوچا کہ آخر معاملہ کیا ہے؟ اب "صفت" حسب سابق کیوں نہیں منتقل ہوتی۔ اب گرے اور اس کے دوست دونوں کو خیال ہوا کہ پہلے تجربے میں انھوں نے ریشم استعمال کیا تھا اور اب دھات کے تار استعمال کر رہے ہیں۔ پس حسب سابق ریشم استعمال کیا گیا لیکن اس مرتبہ ڈورے موٹے اور مضبوط تھے۔ تار کا طول اب کوئی ۶۵۰ فٹ کر دیا گیا۔ تو اس خط پر وہ "صفت" حسب سابق نہایت آسانی سے گزر گئی۔

اس انکشاف پر گرے کو بہت ہی مسرّت ہوئی۔ اپنے دوست کو چھوڑ کر وہ چارٹر ہاؤس بھاگا کہ مدرسے کے بچوں کو جاکر برقائے۔ دوست سے کہہ آیا کہ چٹے، زندہ چوزے، بڑے نقشے اور ایک چھتری کو برقائے۔ خود اس نے لڑکوں کو ریشمی ڈوروں سے لٹکایا۔ ایک برقائی ہوئی نلی سے اُن کے پاؤں چھوئے اور کاغذ کے پرزوں کو ان کے برقائے ہوئے چہروں کے قریب لے گیا تو ان کو حسب دستور کشش ہوئی۔ اور پھر اڑے۔ اس طرح ۱۷۳۰ء میں سب سے پہلے اس نے ایک زندہ جسم کو برقایا اس سے یہ بھی ثابت ہوا کہ جسم انسانی موصل[۲] برق ہے۔ اور یہ بھی ثابت ہوا کہ برقی موصلیت کا تعلق اجسام کے رنگ یا کسی اور صفت سے نہیں ہے بلکہ اس کا تمام تر انحصار اس شے پر ہوتا ہے جس سے اجسام بنتے ہیں۔ یعنی اجسام کے مادّے پر۔ چنانچہ دھاتیں برقی موصل ہیں اور ریشم نہیں ہے۔ آگے چل کر گرے نے یہ بھی دریافت کرلیا کہ موصل اجسام رال کی قرصوں پر رکھ کر غیر موصل بھی بنایا جاسکتا ہے۔

فرانس میں شارل[۳] فرانسوادی سسٹرنے دوفے (۱۶۹۸ء — ۱۷۳۹ء) نے ابتدا میں تو سپاہی کی زندگی بسر کی، کیونکہ اس کو تعلیم سپہگری کی دی گئی تھی، لیکن پختہ عمر میں اس کو سائنس سے شوق ہوگیا۔ چنانچہ جب اس کو گرے کے تجربوں کا حال معلوم ہوا تو اس نے اُن کو دُہرایا اور پھر بعض نئے واقعات خود دریافت کئے۔ چنانچہ وہ اس نتیجہ پر پہنچا کہ جملہ اجسام برقائے جاسکتے ہیں۔ دوسرے الفاظ میں تمام اجسام میں وہ صفت پائی جاتی ہے جو صدیوں سے کہربا سے مخصوص چلی آتی ہے۔ اس لئے گلبرٹ نے اجسام کو "برقی[۴]" اور "غیر برقی" میں تقسیم کیا تھا وہ صحیح نہیں ہے۔ بلکہ اب ان کی

۱؎ To electrify ۲؎ Conductor

۳؎ Charles Françoide Cisternaydufy

۴؎ Electries & Nonelectrics

تقسیم موصل اور غیر موصل[1] میں ہونا چاہیئے۔

دوفے نے یہ بھی دیکھا کہ شعلے برق کو جسم سے خارج کر دیتے ہیں۔ چنانچہ گرے کی ہدایتوں کی بموجب اس نے ریشمی ڈوریوں سے اپنے آپ کو لٹکایا۔ جب وہ برقایا گیا اور دوسرا شخص اس کے نزدیک آیا تو اس کے جسم سے چیخ کی آواز کے ساتھ تیر ایسے نکلے جو اندھیرے میں شرارے معلوم ہوتے تھے۔ ایبے نولے[2] کا بیان ہے کہ جب اس کے اور دوفے کے جسم سے برقی شرارے نکالے گئے تو اس کے تعجب کی انتہا نہیں رہی۔ برقائے ہوئے جسم انسانی سے وہ سب سے پہلا شرارہ تھا جو اس طرح حاصل کیا گیا۔

دوفے نے یہ بھی انکشاف کیا کہ برق کی دو قسمیں ہوتی ہیں۔ ایک کا نام اس نے برق زجاجی[3] اور دوسری قسم کا نام برق راتینی[4] رکھا۔ اس نے یہ بھی معلوم کیا کہ اگر دو جسم ایسے ہوں کہ اُن میں برق زجاجی یا راتینی ہو تو وہ ایک دوسرے کو دفع[5] کرتے ہیں۔ اگر اُن میں سے ایک میں برق زجاجی اور دوسرے میں راتینی ہو تو وہ ایک دوسرے کو جذب[6] کرتے ہیں۔ اس جذب و دفع کے منظر کی توجیہہ کے لئے دوفے نے دو سیالوں کے وجود کو تسلیم کیا۔ جن کو رگڑ جدا کر دیتی ہے اور جب وہ ملتے ہیں تو ایک دوسرے کی تعدیل کر دیتے ہیں۔ برقی نظریے کی یہ سب سے پہلی کوشش تھی۔ بعد میں اس کو انگلستان کے رابرٹ سمر نے ایک سیالی نظریے کے مقابلے میں زیادہ تفصیل سے پیش کیا۔

برقی مشین :۔ اس زمانے میں رگڑ سے برق پیدا کرنے والی مشینوں

---

[1] Non Conductors [2] Abbe Nollet [3] Vitreous Electricity [4] Resinous Electricity [5] Repel [6] Attract

کی طرف توجہ زیادہ رہی۔ تجربہ خانوں میں اس کو بہت اس کو بہت اہمیت دی گئی۔ بالآخر ہولٹس اور ٹوپلر کی اماٰلی مشینوں نے ان فرکیؔ مشینوں کی جگہ لے لی۔ سوئٹزرلینڈ کے مارٹن پلانٹا اور بعد میں لندن کے ریمسڈن نے مشینوں میں شیشے کی گول تختیاں رائج کیں۔ گھومتے شیشے سے خشک ہتھیلی لگائی جاتی تھی تاکہ رگڑ سے برق پیدا ہو۔ اس کے عوض لائپزش کے یوھنا ہائنرش ونکلر نے چمڑے کی گدی لگائی جو شیشے سے ایک کمانی کے ذریعہ لگی رہتی تھی۔ ۱۷۶۲ء میں جان کینٹن نے اس گدی پر ٹین کا ملغم لگاکر اور بھی بہتر نتائج حاصل کئے۔

لیڈن مرتبان:- ۱۷۴۵ء میں برقی تجربوں سے دلچسپی اتنی بڑھ گئی تھی کہ ولندیز اور جرمنی میں پبلک نمائشیں منعقد کی جانے لگیں۔ بہت سے لوگ شوقیہ ان تجربوں کو انجام دینے لگے۔ ان میں سے ایک شخص ایوالڈ گیارگ فان کلائسٹ تھا جو پومرانیا میں اسقف تھا۔ ۱۷۴۸ء میں اس شخص نے انتقال کیا۔ تین برس پہلے یعنی ۱۷۴۵ء میں اس نے یہ مشاہدہ کیا کہ جب ایک ہاتھ میں ایک شیشی رکھی اور اس میں ایک کیل لگائی اور پھر کسی مشین کے موصل سے تماس میں رکھکر کیل کو برقایا تو کیل میں اتنا برقاؤ پیدا ہو گیا کہ جب دوسرے ہاتھ سے اس نے چھوا تو ایسا صدمہ پہنچا جس سے ہاتھ کندھے تک سن ہو گیا۔

ایسا ہی انکشاف ولندیز کے مقام لیڈن میں ۱۷۴۶ء میں ہوا۔ وہاں

Friction Machine ؎ Influence Machine ؎ Topler ؎ Holtz ؎ Leipzig ؎ Martin Planta ؎ Switzerland ؎

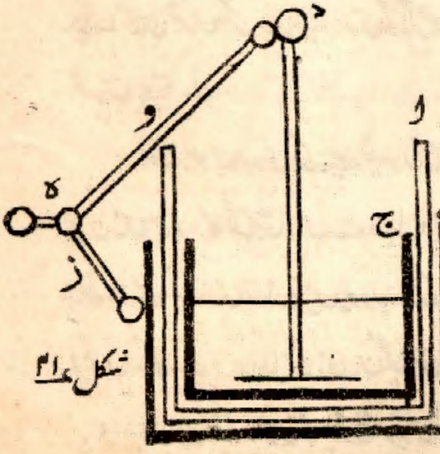
John Canton ؎ Johann Heinrich Winkler ؎

Pomerania ؎ Ewald Georg von Kleist ؎

Leyden ؎ Dean ؎

ایک مشہور ماہر طبیعیات پیٹر وان[1] موشن برووک (۱۶۹۲ء - ۱۷۶۱ء) تھا۔ اس نے بھی بوتل میں پانی کو برقانا چاہا۔ چنانچہ ایک مرتبہ تجربہ ہورہا تھا تو موشن برووک نے بوتل اپنے ایک دوست کو دے دی۔ اس نے ایک ہاتھ میں بوتل پکڑ لی اور تھوڑی دیر کے بعد دوسرے ہاتھ سے اس تار کو دور کرنا چاہا جس سے پانی کو مشین کے موصل سے ملایا گیا تھا۔ اس کے بازوؤں اور سینے میں ایک دھکا لگا جس پر اُسے بہت تعجب ہوا۔ موشن برووک نے تجربہ کو دُہرایا اور پھر ریومر کو لکھا کہ فرانس کی سلطنت کے عوض بھی دوبارہ اس دھکے کو برداشت کرنے کے لئے تیار نہیں ہوں۔ وٹن برگ[2] کے پروفیسر بوش[3] نے اس سے بھی بڑھکر یہ کہا کہ اس برقی دھکے کا کشتہ ہوجانا چاہتا ہوں تاکہ میری موت فرانسیسی اکاڈمی آف سائنس میں ایک مقالہ کا موضوع بن سکے۔ اس طرح یہ آلہ لیڈن میں تجربوں کی وجہ سے لیڈنی مرتبان[4] کہلایا۔ آج تک اس کا یہی نام چلا آتا ہے۔

موجودہ زمانے میں جو لیڈنی مرتبان استعمال ہوتا ہے اس کی کیفیت شکل ۱۴۱ سے واضح ہوگی۔ اس میں شیشے کا ایک گلاس ا ہوتا ہے جس کے اندر اور باہر رانگ کے پتر ب اور ج لگے ہوتے ہیں۔ یہی مرتبان ہے۔ اس مرتبان کے اندر ایک سلاخ ہوتی ہے جس کے نیچے والے سرے پر ایک تختی ہوتی ہے (بعض میں زنجیر ہوتی ہے) جو مرتبان



شکل ۱۴۱

---

[2] Wittenberg [1] Pieter van Musschenbroek
[4] Leyden Jar [3] Bose

کے اندرونی پترج کو مس کرتی ہے۔ سلاخ کے اوپر والے سرے پر ایک گھنڈی د ہوتی ہے۔ شیشے کا مرتبان اندرونی پترج کو بیرونی پترب سے مجوز کر دیتا ہے۔ لیکن بیرونی پتر لکڑی کی میز پر رکھا ہوا ہے جو زمین سے ملی ہوئی ہے۔ اس لئے پترب گویا زمین سے ملا ہے۔

اگر د کو کسی برقی مشین کے موصل سے ملا یا جائے تو اندرونی پترج "باردار" ہو جاتا ہے۔ ہ و نا ایک چمٹا سا ہے جس میں ہ شیشے کا ایک دستہ ہے اور د اور ز دو دھاتی شاخیں ہیں جن میں سے ہر ایک کے سرے پر ایک گھنڈی ہے۔ اس چمٹے کو "مخرج" کہتے ہیں۔ بیرونی پتر کو اگر ز سے مس کیا جائے اور د کو د کے قریب رکھا جائے تو د اور د کے بیچ میں ایک شرارہ گزر جاتا ہے۔ ج کو جو بار ملا ہے وہ اگر زجاجی یا مثبت ہو تو ب میں راتینی یا منفی برق آجاتی ہے۔ اسی کو کہتے ہیں کہ ج نے ب میں برق کا امالہ کیا۔ جب اس قسم کے کئی مرتبان ایک سلسلے میں ملا کر رکھے جاتے ہیں تو ایک مورچہ بن جاتا ہے۔ اور جب اس کو مناسب طریقہ پر مجوز کیا جائے تو ایک معین شرارہ گزر جاتا ہے۔ اسی کو اگر جسم انسانی میں گزارا جائے تو ایک دھچکا یا دھکا محسوس ہوتا ہے۔

اٹھارھویں صدی کے میلے ٹھیلوں میں بازیگر اس کا تماشا دکھلایا کرتے تھے۔ بدن میں جو دھکا لگتا تھا اس سے دیہاتیوں میں تعجب اور خوف دونوں پیدا ہوتے تھے۔ غرض یہ کہ اس زمانے میں یورپ کے تقریباً ہر ملک میں لیڈنی مرتبان بہت سے لوگوں کے لئے وجہ معاش بھی بن گیا تھا۔

اس میں شک نہیں کہ لیڈنی مرتبان کی ایجاد نے برق سے شغف کو اور بڑھا دیا۔

Discharger ؎ Charged ؎ Insulate ؎

Battery ؎ Induction ؎

ونکلر نے یہ ثابت کیا کہ فان کلائسٹ کا یہ خیال صحیح نہیں ہے کہ مرتبان سے جو اخراج ہوتا ہے اس میں انسانی جسم کوئی ضروری عنصر ہے۔ اس نے بتلایا کہ اندرونی پتر کو بیرونی پتر سے ملانے والا ہر موصل وہی کام دے سکتا ہے۔

موشن بروک نے رومر کو جو خط لکھا تھا اس سے فرانسیسی سائنس داں ہراساں نہیں ہوئے بلکہ انھوں نے تجربے جاری رکھے۔ چنانچہ ایبے نولے نے، جو موشن بروک ولندیزی سے زیادہ شہرت رکھتا تھا، یہ تجربے دُہرائے۔ پھر اس نے بادشاہ کے حضور میں ۱۸۰ سپاہیوں میں سے یہ اخراج گزارا۔ بعد میں پیرس کی ایک خانقاہ کے راہبوں کو ۹۰۰ فٹ لمبی ایک قطار میں کھڑا کیا گیا۔ ہر دو شخصوں کے درمیان لوہے کے تار لگائے گئے۔ پھر لیڈنی مرتبان سے اخراج گزارا گیا۔ تو راہبوں کی پوری جماعت بہ یک وقت اُچھل پڑی۔ ان سنجیدہ اور برگزیدہ راہبوں کی یہ حرکت مذبوحی بہت ہی مضحکہ خیز رہی ہوگی۔ فرانس اور دیگر ممالک میں لوگ لیڈنی مرتبان کے اخراج سے چڑیوں اور دوسرے جانوروں کو مارتے تھے، دریاؤں اور جھیلوں کے پانی میں سے طویل فاصلوں تک یہ اخراج گزارتے تھے، سوئیوں کو اس کے ذریعہ سے مقناطیس بناتے تھے اور پتلے پتلے تاروں کو پگھلاتے تھے۔ مختصر یہ کہ لیڈنی مرتبان کو سائنس کا ایک بڑا روشن کارنامہ سمجھا جاتا تھا۔

طبیعیات امریکہ میں

اٹھارھویں صدی میں ریاستہائے متحدہ امریکہ نے بھی سائنس کے میدان میں قدم رکھا۔ چنانچہ بعض بہت ہی جرأت آمیز تحقیقیں اور نظریئے امریکہ ہی میں انجام کو پہنچیں بالخصوص برقیات میں۔

اس سلسلے میں سب میں پیش پیش بنجامن[۱] فرینکلن کا نام ہے۔

۱؎ Benjamin Franklin



فرینکلن بوسٹن میں ۱۷ر جنوری
۱۷۰۶ء کو پیدا ہوا۔ اس کا باپ
انگلستان کا رہنے والا تھا اور
بتی فروش تھا۔ اس کے بھائی
کا ایک چھاپہ خانہ تھا۔ ابھی
لڑکا ہی تھا کہ فرینکلن اس
چھاپے خانے میں کام کرنے لگا
۱۷۲۳ء میں وہ فلاڈلفیا میں
جابسا۔ لیکن طبیعت گھبرائی تو
یوں ہی لندن چلا گیا۔ وہاں بھی چھاپے خانے کا کام کرتا رہا۔ پھر فلاڈلفیا واپس آیا تو "پنسلوینیا گزٹ" کا مالک ہو گیا۔ ۱۷۳۲ء میں اس نے "رچرڈس المانک" جاری کیا۔ اب پبلک زندگی میں اس کا نام نمایاں ہونے لگا تھا۔ چنانچہ ۱۷۳۵ء میں وہ شہر کا پوسٹ ماسٹر ہو گیا۔ ۱۷۳۶ء میں وہ ریاست پنسلوینیا کی مجلس عام کا کاتب مقرر ہوا۔ ۱۷۵۱ء میں وہ مجلس کا رکن ہو گیا اور پھر ۱۳ برس تک رکنیت پر رہا۔ ۱۷۵۷ء میں اپنی ریاست کی طرف سے لندن گیا جہاں وہ ۱۷۶۲ء تک رہا۔ ۱۷۶۴ء سے ۱۷۷۵ء تک وہ مختلف عہدوں پر فائز رہا۔ ۱۷۷۶ء میں اس نے اعلان آزادی کے مرتب کرنے میں مدد دی۔ اور آزادی خواہ نوآبادیات کی طرف سے پیرس تک گیا، جہاں اس نے انگلستان کے خلاف جنگ میں فرانس کی مدد حاصل کی۔ وہ ۱۷۸۳ء تک پیرس میں رہا جبکہ صلح ہو گئی۔ اس وقت سے وہ ریاست کا صدر ۱۷۸۸ء تک رہا۔

Pennsylvania Gazette ے Philadelphia ے Boston ے
Poor Richard's Almanac ے

ریاستہائے متحدہ کے دستور کے مرتب کرنے میں بھی اس نے مدد دی ۔ فرنیکلن نے ۱۷۹۰ء میں ۱۷ر اپریل کو انتقال کیا ۔

فرنیکلن غیر معمولی قابلیت کا انسان تھا ۔ اس نے نہ صرف سیاسیات میں کافی حصّہ لیا بلکہ طبیعیات کے میدان میں بھی اس نے خوب جولانیاں دکھلائیں اگرچہ وہ غریب گھرانے کا لڑکا تھا اور اس کی ابتدائی زندگی عسرت میں بسر ہوئی تھی ۔

۱۷۴۶ء میں جبکہ اس کی عمر چالیس برس کی ہوئی، بوسٹن میں اس نے اسکاچستان کے ڈاکٹر اسپنس[1] کو چند برقی تجربے کرتے دیکھا ۔ یہ موضوع اس کے لئے بالکل نیا تھا ۔ جب وہ فلاڈلفیا واپس آیا تو اس شہر کی کتابخانہ کمپنی کو شیشے کی ایک نلی وصول ہوئی جس کو لندن سے ایک سوداگر پیٹر[2] کالنسن نے بھیجا تھا، جو رائل سوسائٹی کا بھی رکن تھا ۔ نلی کے ساتھ ہدایتیں بھی تھیں کہ برقی تجربوں میں اس کو کس طرح استعمال کیا جائے ۔ فرنیکلن کی دلچسپی بہت بڑھ گئی، چنانچہ اس مضمون کا اس نے مطالعہ شروع کر دیا اور خود بھی تجربے کرنے لگا ۔ ۲۸ر مارچ ۱۷۴۷ء کو اس نے کالنسن کو ایک خط لکھا جس میں اس نے نلی کا شکریہ ادا کیا اور لکھا کہ "میں آجتک کسی ایسے مطالعہ میں مصروف نہیں رہا جس نے میری توجہ کو اسقدر منعطف کر لیا ہو جتنا کہ اس نلی نے کیا ہے ۔"

اس کا گھر ایسے شوقیہ لوگوں کا مرکز بن گیا ۔ ایک چھوٹی سی جماعت پیدا ہو گئی جس میں قابل ذکر کنرسلے[3]، ہاپکنسن[4] اور فلپ سنگ[5] ہیں ۔ ۱۱ر جولائی ۱۷۴۷ء کو اس نے کالنسن کو دوسرا خط لکھا جس میں وہ بیان کرتا ہے کہ نوک دار

[1] Dr. Spence [2] Peter Collinson [3] Kinnersley [4] Hopkinson [5] Philip Sing

اجسام میں برقی آگ کو خارج کرنے اور جذب کر لینے کی عجیب خاصیت پائی جاتی ہے نوکوں کی یہ خاصیت دوسروں نے بھی مشاہدہ کی تھی لیکن فرنیکلن نے ہی سب سے پہلے اس کی اہمیت کو سمجھا اور اس سے کام لیا۔

فرنیکلن کا نظریۂ برق:۔ کالنسن کے نام دوسرے خط میں فرنیکلن نے اپنا برقی نظریہ پیش کیا جس سے مظاہر کی توجیہ اتنی خوبی سے ہوتی تھی کہ کسی اور نظریے سے ممکن نہ تھی۔ اس نے یہ خیال قائم کیا کہ برق ایک سیال ہے جو تمام اجسام میں موجود رہتا ہے۔ اگر کسی جسم میں معمول سے زیادہ برق آجائے تو اس میں زیادتی کی حالت پائی جائے گی اور اگر کم ہو جائے تو اس میں کمی کی حالت ہو گی۔ پس دو فے کے دو سیالی نظریے کے مقابلے میں فرنیکلن نے یک سیالی نظریہ پیش کیا۔ زیادتی کی حالت کو مثبت حالت اور کمی کی حالت کو منفی حالت کہا گیا۔ اسی زمانے سے مثبت[۱] برق اور منفی[۲] برق کی اصطلاحیں رائج ہوئیں۔ اس نظریے کے بموجب لیڈن مرتبان کے ایک پتر پر اس سیال کی زیادتی ہوتی ہے اور دوسرے پر کمی۔

آسمانی بجلی:۔ اس زمانے میں لوگ یہ سمجھتے تھے کہ گرج اور بجلی دھماکو گیسوں کی وجہ سے پیدا ہوتی ہیں۔ گو ان گیسوں کی نوعیت سے کوئی واقف نہ تھا۔ فرنیکلن نے برقی اصولوں سے توجیہ کا خیال پیش کیا۔ برقی شرارہ چونکہ پیدا کیا جا چکا تھا اور اس سے لوگ واقف تھے اس لئے یہ خیال بھی پیش کیا جا چکا تھا کہ برقی شرارہ اور آسمانی بجلی کی نوعیت ایک ہی ہے۔ لیکن فرنیکلن کو اس کا علم نہ تھا۔ ۱۷۴۷ء میں فرنیکلن بجلی کو گندھک کا دم آتشیں سمجھتا تھا لیکن ۱۷۴۹ء میں اس نے برقی نظریہ پیش کیا اور بڑے جرأت آزما تجربوں کا سلسلہ شروع کیا۔ اس کی بیاض میں ۷ نومبر ۱۷۴۹ء کے تحت حسب ذیل عبارت درج ہے:۔

---

[۱] Negative Electricity [۲] Positive Electricity

"برقی سیال ذیل کی خصوصیات میں بجلی سے مطابقت رکھتا ہے:۔

(۱) روشنی پیدا کرنے میں	(۲) روشنی کے رنگ میں
(۳) راستے کے خمدار ہونے میں	(۴) تیز حرکت میں
(۵) دھاتوں پر سے گزر جانے میں	(۶) دھماکے کے وقت چٹخ کی آواز میں
(۷) پانی یا برف میں قائم رہنے میں	(۸) جن اجسام میں سے گزرے اُنکے توڑ پھوڑ دینے میں
(۹) حیوانات کے ہلاک کرتے ہیں	(۱۰) دھاتوں کے پگھلانے میں
(۱۱) شعلہ پذیر اشیاء کو بھڑکا دینے میں	(۱۲) گندھک کی سی بو میں۔"

اس کے دل میں قدرتی طور پر یہ سوال پیدا ہوا کہ کیا اس بجلی کو نوکوں کے ذریعہ برقی سیال کی طرح جذب و دفع نہیں کیا جا سکتا؟ اس کا جواب وہ یوں دیتا ہے:۔

"چونکہ ان دونوں میں ان تمام اُمور میں مطابقت ہے جن کا ہم نے ذکر کیا ہے تو کیا ممکن نہیں ہے کہ وہ اس امر میں بھی مطابق ہوں۔ پس چاہیئے کہ تجربہ کیا جائے"۔

تجربہ کس طرح کیا جائے اس کا جواب وہ یوں دیتا ہے:۔



شکل ۴۲

"کسی بلند مینار یا برج پر ایک سنتری دان (شکل ۴۲) رکھو۔ اُسے اتنا بڑا ہونا چاہیئے کہ ایک شخص مع ایک برقی استادے کے اس کے اندر کھڑا ہو سکے۔ استادے کے وسط میں لوہے کی ایک چھڑ لگی ہو جو باہر نکلنے پر موڑ دی گئی ہو اور پھر بیس یا تیس فٹ لمبی ہو اور سرا اس کا نوک دار ہو اور نوک تیز ہو۔ اگر برقی استادے کو صاف اور خشک رکھا جائے اور ایک شخص اس پر کھڑا ہو اور اس وقت بادل نیچا

Stand at Sentry box at

نیچے گزر رہے ہوں تو وہ شخص برقا جائے گا اور اس سے شرارے نکل سکیں گے، چھڑ بادل سے اس تک آگ کو کھینچ لے گی...... پس اگر یہ اُمور اسی طرح واقع ہو جائیں تو کیا نقطوں کی طاقت کا یہ علم بنی نوع انسان کے لئے مکانوں، گرجوں اور جہازوں وغیرہ کو بجلی گرنے سے محفوظ کرنے کے کام میں نہیں لایا جا سکتا؟"

ان الفاظ میں اس نے اپنے دوست کالنسن کو خط لکھا۔ یہ خط جولائی ۱۷۵۰ء میں بھیجا گیا۔ کالنسن نے اس کو رائل سوسائٹی کے سامنے پیش کیا۔ سوسائٹی نے ان نئے خیالات کے ساتھ حقارت آمیز برتاؤ کیا۔ اس نے اُن کو بالکل دیوانے کا خواب سمجھا۔ اسی لئے سوسائٹی نے فرینکلن کی تحقیقات کے متعلق بہت ہی مختصر نوٹ شائع کیا۔ کالنسن نے جب یہ رنگ دیکھا تو اس نے ان خطوط کو اپنی طرف سے شائع کر دیا۔ اس کے پاس اور بھی خطوط پہنچے تھے۔ سب ملا کر کافی ضخیم ہو گئے۔ کتاب کے پانچ ایڈیشن نکلے۔ پہلے ایڈیشن سے سترہ برس کے بعد کیمیا داں یوسف پریسٹلے[1] (۱۷۳۳ء-۱۸۰۴ء) نے لکھا:-

"ان خطوط سے بڑھ کر برق کے موضوع پر ایسی کوئی چیز نہیں شائع ہوئی جس کو اتنی کثرت سے پڑھا گیا ہو اور جس کی تعریف یورپ کے تقریباً تمام ملکوں میں کی گئی ہو، یورپ کی شاید ہی کوئی زبان ہو جس میں ان کا ترجمہ نہ کیا گیا ہو۔ اور اب تو لاطینی میں بھی اس کا ترجمہ ہو چکا ہے۔"

فرینکلن کا خیال یہ تھا کہ فلاڈلفیا میں کوئی عمارت کافی اونچی نہیں ہے اور نہ کوئی پہاڑی قریب ہے جہاں سنتری دان والا تجربہ انجام دیا جا سکے۔ وہ چاہتا تھا کہ کافی بلندی کا ایک مینار تیار کیا جائے۔ اس کے اخراجات کی پابجائی کے لئے اس نے ایک لاٹری جاری کی۔ لیکن اسی زمانے میں اسکو خبر ملی کہ فرانس میں شاہ فرانس کی سرپرستی میں پیرس

---

[1] Joseph Priestley

کے قریب دالیبار نے کامیابی کے ساتھ تجربہ انجام دیا ہے۔

اس تجربہ کا بیان دلچسپ ہے اس لئے ہم اُسے تفصیل کے ساتھ درج کرتے ہیں۔ دالیبار نے ۱۳ میٹر (۴۰ فٹ) کی ایک چھڑ لی۔ نیچے کی طرف اُسے مجوز کر دیا۔ پھر اُسے ایک چھوٹی سی میز پر رکھا جو ایک چھوٹی سی کوٹھری میں رکھی تھی۔ ایک بڈھے سپاہی کا پہرہ مقرر کر دیا کہ وہ بادلوں کو دیکھتا رہے۔ شیشے کی ایک بوتل میں پیتل کا تار لگا کر پہلے سے رکھ لیا گیا تاکہ چھڑ سے شرارے حاصل کئے جا سکیں۔ کئی دن کے انتظار کے بعد ۱۰ مئی ۱۷۵۲ء کو ایک بادل نمودار ہوا۔ پہرہ دار نے تار کو چھڑ سے قریب کیا تو شرارے دکھائی دیئے اور ان کی چٹاخ پٹاخ سُنائی دی۔ شعلہ بھی دکھائی دیا اور گندھک کی بو آئی۔ پہرہ دار کو یقین ہو گیا کہ یہ سب شیطانی کام ہے۔ اس نے تار کو تو دیا پھینک اور چلا کر لوگوں سے کہا کہ پادری کو بُلاؤ۔ حسنِ اتفاق سے پادری پہرہ دار سے زیادہ سمجھدار تھا۔ اس نے خود شرارے حاصل کئے۔ اس نے نتائج کی اطلاع دالیبار کو کر دی۔ دالیبار لکھتا ہے کہ:-

"فرینکلن کا خیال قیاس کی حد سے گزر کر یہاں حقیقت بن گیا ہے۔" ایک ہفتہ بعد پیرس میں دلاّر نے تجربہ کو دُہرایا۔ اس میں چھڑ ۳۲ میٹر (۹۹ فٹ) کی استعمال کی۔

ان تجربوں سے فرینکلن کی تشفی نہیں ہوئی۔ وہ یہ سمجھتا تھا کہ چھڑیں خود بادلوں تک تو پہنچی ہی نہیں ہیں اس لئے کوئی ضروری نہیں کہ بادلوں کی بجلی نے اُسے برقایا ہو۔ سوچتے سوچتے اس کے ذہن میں خیال آیا کہ کیوں نہ ایک پتنگ بادلوں کے اندر پہنچائی جائے اور ڈور پر سے بجلی حاصل کی جائے۔ اس خیال کا آنا تھا کہ اس نے سنتری دان والے تجربہ کا خیال چھوڑ دیا اور ہمہ تن پتنگ کی تیاری میں مصروف

Delor at Dalibard al

ہو گیا۔ چنانچہ اس نے کالنسن کو بعد میں لکھا کہ "دیودار کی دو پتلی کھپچیوں سے ایک صلیب بناؤ۔ اس کے بازو اتنے بڑے ہوں کہ ایک بڑے پتلے ریشمی رومال کے چاروں کونے تان کر بازوؤں کے سروں سے باندھے جا سکیں۔ یہ گویا پتنگ تیار ہو گئی۔ کھڑی کھپچی کے سرے پر ایک تیز نوک والا تار لگا دو جو کھپچی سے فٹ بھر آگے نکلا ہو۔ اب ڈور کا جو سرا ہاتھ میں ہو اس میں ایک ریشمی فیتہ باندھو۔ جوڑ پر ایک کنجی باندھ دو۔"

اس پتنگ کو تیار کر کے وہ میدان میں گیا اور صرف اپنے بیٹے کو ساتھ لیا۔ بجلی والا بادل گزرا لیکن برق کی کوئی علامت نہیں پائی گئی۔ اسے تقریباً مایوسی سی ہو گئی۔ کہ کیا دیکھتا ہے کہ ڈور کے ریشے جو کھلے تھے وہ دفعتاً کھڑے ہو گئے۔ اس پر اس نے انگلی کا جوڑ کنجی کے سامنے پیش کیا۔ اس کو ایک زبردست جھٹکا لگا۔ اب اس کی مسرت کا کیا ٹھکانا۔ اس نے مزید شرارے حاصل کئے۔ لیڈن مرتبان کو باردار کیا وغیرہ وغیرہ۔ اب کیا تھا۔ اب تو ثابت ہو گیا کہ بجلی بھی ایک برقی مظہر ہے۔

فرینکلن ایک جگہ لکھتا ہے کہ "ستمبر ۱۷۵۲ء میں لوہے کی ایک چھڑ میں نے نصب کی تاکہ بجلی کو اپنے گھر میں اُتار سکوں اور پھر اس سے کچھ تجربے انجام دے سکوں۔ میں نے دو گھنٹیاں لگا رکھی تھیں کہ مجھے معلوم ہو جائے کہ چھڑ کب برقاتی ہے۔"

متعدد تجربوں سے وہ اس نتیجے پر پہنچا کہ گرج والے بادل زیادہ تر برق کی منفی حالت میں ہوتے ہیں اور بعض وقت مثبت حالت میں۔ اس لئے جب بجلی گرتی ہے تو بسا اوقات بجلی زمین سے بادلوں میں چڑھتی ہے نہ کہ بادلوں سے زمین پر گرتی ہے۔

ان تجربوں کا وہ شہرہ ہوا کہ سب جگہ دُہرائے گئے۔ ایک فرانسیسی طبیب لیموںئیے[1] نے بتلایا کہ کرہ ہوا ہمیشہ برقی حالت میں رہتا ہے خواہ بادل ہوں یا نہ ہوں۔ ۱۷۵۳ء میں سینٹ پیٹرس برگ[2] (موجودہ لینن گراڈ) میں ایک شخص گیارگ ولہلم رشمن[3] بجلی کے متعلق تجربہ

Georg Wilhelm Richmann[3] St Petersburg[2] (Leningrad) Lemonnier[1]

انجام دے رہا تھا کہ بجلی اس پر گرہی پڑی اور وہ ختم ہو گیا۔

اسی سال جب فرانسیسی سائنس دانوں نے فرینکلن کی تحقیق کی دل کھول کر داد دی اور شاہ فرانس نے اس کی قدر افزائی کی تو رویل سوسائٹی لندن نے بھی فرینکلن کو کاپلے تمغہ عطا کیا۔ اور تین سال بعد ۱۷۵۶ء میں اُسے رکنیت پر منتخب کیا۔

بجلی گیر:۔ بجلی کے اثرات سے عمارتوں کو بچانے کے لئے فرینکلن نے یہ تجویز کی کہ بجلی گیر استعمال کئے جائیں۔ بجلی گیر دھات کی ایسی سلاخ کو کہتے ہیں جو کسی عمارت میں لگا دی جاتی ہے۔ اس کا اوپر والا سرا عمارت کے بلند سے بلند حصے سے بھی اونچا ہوتا ہے اور نیچے والا سرا زمین میں اُتار دیا جاتا ہے۔

۱۷۵۴ء میں ایک پادری نے ایک بجلی گیر لگایا۔ پھر ۱۷۶۰ء میں فرینکلن نے خود فلاڈلفیا کی ایک عمارت پر بجلی گیر لگایا۔ انگلستان میں سب سے پہلے ولیم واٹسن[1] نے ۱۷۶۲ء میں بجلی گیر لگایا۔ ۱۷۸۲ء تک فلاڈلفیا میں ۴۰۰ بجلی گیر لگ چکے تھے۔

یہاں یہ امر قابل ذکر ہے کہ ان بجلی گیروں کے لگانے میں اہل کلیسا نے کچھ مخالفت کی۔ ان کا استدلال یہ تھا کہ گرج اور بجلی عضب الٰہی کی علامتیں ہیں۔ اس لئے ان کے کام میں خلل ڈالنا درست نہیں۔ امریکہ کے کلیہ ہارورڈ[2] کے سب سے پہلے پروفیسر طبیعیات جان ونتھراپ[2] نے اس کا جواب یوں دیا کہ "چونکہ بارش، برف اور آندھی سے بچنا ہم پر فرض ہے اس لئے اُن ذرائع سے جو خدا نے ہم کو عطا کئے ہیں ہم پر بجلی کے اثرات سے بچنا بھی فرض ہونا چاہیئے"۔

تجربہ سے یہ بھی معلوم ہوا کہ بجلی گیر ہمیشہ عمارت کو محفوظ نہیں رکھتے۔ اس زمانے میں اس کا سبب یا تو یہ سمجھا جاتا تھا کہ نوکیں کافی تیز نہیں ہیں یا یہ کہ زمین سے

[1] William Watson ؎ Lightning Conductor ؎

[2] John Winthrop ؎ Harvard College ؎

تماس اچھا نہیں ہے۔ اس میں بہت کچھ اصلاحیں تجویز کی گئیں۔ لیکن قصہ یہ تھا کہ فرنکلن نے جو نظریہ پیش کیا تھا وہ نامکمل تھا۔ اس کی تکمیل ایک صدی بعد جاکر ہوئی۔

فرنکلن کلیہ ہارورڈ کو برقی سامان مہیا کیا کرتا تھا۔ ۱۷۵۲ء میں وہ لیڈنی مرتبانوں کی درآمد کا ذکر کرتا ہے۔ اس سے قبل ہارورڈ میں برقی تعلیم بہت ہی مختصر تھی۔ ۱۷۵۰ء میں ونتھراپ نے چند لکچرز جمع کئے تھے۔ ان میں سے فلکیات پر جو لکچر تھے وہ بہت عمدہ تھے۔ چند نور اور برق پر تھے اور صرف ایک برق ومقناطیس پر۔ چنانچہ اس میں یہ درج تھا کہ "اگر ایک ڈور اتانا جائے اور ایک سرے کے قریب ایک برقائی ہوئی نلی لائی جائے تو ۱۲۰۰ فٹ کے فاصلے سے دوسرے سرے پر ہلکے اجسام جذب ہوں گے۔ ۱۷۴۳ء سے اس برق نے دنیا میں ایک ہنگامہ بپا کر دیا ہے۔ کہا جاتا ہے کہ قدرت کے بہت سے سربستہ مظاہر کے انکشاف کا انحصار اسی پر ہے۔"

لطف کی بات یہ ہے کہ ۱۸۲۰ء تک ہارورڈ میں برق کی تعلیم کا انحصار چند برقی مشینوں چند لیڈنی مرتبانوں اور چند جذب ودفع دکھلانے والے آلوں پر تھا۔

<u>**سکونی برق میں پیمائشیں**</u>:۔ اٹھارھویں صدی کے اواخر میں سکونی برق میں صحیح پیمائشوں کی بنیاد پڑی۔ اس میدان میں دو ہی نام بہت نمایاں ہیں۔ ایک تو ہنری[1] کیونڈش کا دوسرا کولام[1] کا۔

ہنری کیونڈش بہ مقام نیس[2] ۱۰ اکتوبر ۱۷۳۱ء کو پیدا ہوا۔ اس خاندان کا سرگروہ ڈیوک[3] آف ڈیون شائر تھا۔ ہنری کیونڈش تیسرے ڈیوک کا بھتیجا تھا۔ اس نے پیٹرہاؤس کالج کیمبرج میں تعلیم پائی اور پھر زیادہ تر لندن میں قیام رکھا۔ ۱۷۶۰ء میں وہ رائل سوسائٹی کا رفیق (ایف آر ایس) منتخب ہوا۔

---

[1] Coulomb [1] Henry Cavendish

[3] Duke of Devonshire [2] Nice

اس کی ابتدائی زندگی پر پردہ سا پڑا ہوا ہے۔ اس لیے نہیں کہا جا سکتا کہ تجرباتی سائنس کی طرف اس کے رجحان کا سبب کیا ہوا۔ اس نے کیمیا، حرارت اور برق میں تجربے انجام دیئے۔ لیکن اپنے نتائج کو شائع کرنے کی فکر اس کو کبھی نہ ہوئی۔

اس کی زندگی کچھ گوشہ نشینی کی سی تھی۔ طبیعت سادہ تھی اس لیے آمدنی جمع ہوتی رہتی۔ اس کی عادتیں عجیب و غریب تھیں۔ اجنبیوں سے وہ ملتا نہ تھا۔ کھانا طلب کرنے کے لیے وہ روزانہ میز پر ایک رقعہ چھوڑ دیتا تھا۔ طبیعت ایسی شرمیلی پائی تھی کہ ماماؤں سے بات چیت نہ کرتا تھا۔ اس کی ساری زندگی اس کے تجربہ خانے اور کتب خانے میں گزری۔ اس نے کوئی اسّی برس کی عمر پائی۔ لیکن بہت کم گو تھا۔ اس میں شاید ہی کوئی دوسرا اس سے بازی لے جا سکا ہو۔ اس کی کم گوئی کا ایک لطیفہ مشہور ہے کہ ایک مرتبہ اس کو کسی ڈنر میں شریک ہونا پڑا۔ اتفاق سے اس کی نشست ڈاکٹر ولیم ہرشل کے بازو میں تھی۔ ہرشل نے بڑی بڑی دوربینوں کے بنانے میں شہرت حاصل کی تھی اور کہا جاتا تھا کہ ان دوربینوں سے بغیر شعاعوں کے ستارے نظر آتے ہیں۔ کیونڈش نے آہستہ آہستہ ڈاکٹر ہرشل سے سوال کیا کہ "کیا یہ سچ ہے، ڈاکٹر ہرشل، کہ آپ کو ستارے گول نظر آتے ہیں؟" ڈاکٹر نے جواب دیا "جی ہاں۔ بٹن کی طرح گول۔"

گفتگو اسی پر ختم ہو گئی۔ جب ڈنر ختم ہوا تو پھر کیونڈش نے پوچھا "بٹن کی طرح گول؟" ڈاکٹر نے فوراً جواب دیا۔ "بٹن کی طرح گول۔" اس کے بعد کسی نے کچھ نہ کہا۔ کیونڈش نے کم و بیش اسّی برس کی عمر میں ۱۰ مارچ ۱۸۱۰ء کو بہ مقام کلیپھم وفات پائی۔

برقی سکونیات پر کیونڈش کے تجربے ۱۷۷۳ء سے قبل ہی مکمل ہو گئے تھے، لیکن اس نے ان کو شائع نہیں کیا۔ اس نے صرف دو مقالے برق پر شائع کیے لیکن

Clapham at

ان میں جو کچھ بیان کیا تھا اس کی حیثیت ثانوی تھی۔ البتہ ایک صدی بعد ۱۸۷۹ء میں جیمس[1] کلارک میکسول نے ۱۷۷۱ء اور ۱۷۸۱ء کے درمیان کیونڈش کی تحقیقات کو ایک کتاب کی شکل میں شائع کیا۔ میکسول لکھتا ہے کہ ان مقالوں سے ثابت ہوتا ہے کہ کیونڈش برق کے متعلق ان تمام اُمور سے واقف تھا جو بعد کو سائنس کی دنیا میں کولام اور دیگر فرانسیسی فلسفیوں کی وجہ سے روشناس ہوئے۔ ۱۷۸۱ء میں کیونڈش نے ایسی تحقیق کی جو بہت کچھ اوہم[2] کے کلیہ سے ملتی جلتی ہے۔

یہ افسوس کا مقام ہے کہ کیونڈش کی فطری عزلت پسندی نے اپنے ہم عصر سائنس دانوں کو استفادہ کا موقع نہیں دیا۔ ساتھ ہی اس کے یہ بھی عجیب بات ہو کہ اس نے کوئی آلہ ایجاد نہیں کیا۔ حالانکہ کولام وغیرہ کے نام سے آلے منسوب ہیں۔

کولام:۔ شارل[3] اوگستن کولام ۱۷۳۶ء میں بہ مقام آنژولیم[4] پیدا ہوا تعلیم پیرس میں پائی۔ ابتدائی عمر میں فوج میں بھرتی ہوگیا۔ کئی برس تک جزائر غرب الہند میں فوجی خدمات انجام دیں۔ پھر پیرس واپس آیا اور انجینئر مقرر کیا گیا۔ جب برٹیطان[5] میں کشتی رانی کے لئے نہریں بنانے کا سوال پیدا ہوا تو وزیر متعلقہ نے کولام سے رائے طلب کی۔ معائنہ کے بعد اس نے رائے خلاف دی۔ اس سے چند با اثر حضرات ناخوش ہوگئے۔ اور اس الزام پر کہ وزیر جنگ سے احکام حاصل نہیں کئے گئے اُسے قید کر دیا گیا۔ بعد میں حکومت نے اپنی غلطی محسوس کی اور تلافی مافات کے لئے ایک بڑی رقم دینا چاہی۔ لیکن اس نے صرف ایک گھڑی (ثانیے بتانے والی) قبول کی۔ ان تمام باتوں کے ساتھ ساتھ اس نے سائنسی تحقیقات برابر جاری رکھیں۔ اور اس گھڑی کو وہ اپنے تجربوں میں کام میں لاتا رہا۔ ۲۳ راگست ۱۸۰۶ء کو اس نے انتقال کیا۔

---

[1] James Clerk Maxwell [2] Ohm

[3] Charles Augustin Coulomb [4] Angoulème [5] Bretagne

کولام بالوں اور تاروں کی مروڑی لچک پر مصروف تحقیق تھا۔ چنانچہ ۱۷۷۷ء میں اس نے مروڑی ترازو[1] ایجاد کی۔ اور وہ آج تک اسی کے نام سے موسوم ہے۔ اگرچہ اب اس کا استعمال زیادہ نہیں رہا ہے۔ کولام نے بڑی جدت اور صحت کے ساتھ تجربے انجام دیئے اور بالآخر ثابت کیا کہ نیوٹن نے معکوس مربعوں کا جو کلیہ قائم کیا تھا وہ برقی اور مقناطیسی جذب و دفع میں بھی قائم رہتا ہے۔ اس نے یہ بھی ثابت کیا کہ برقی بار موصل کی سطح پر رہتا ہے۔ کولام دو سیالی نظریے کا حامی تھا اور یہ یقین رکھتا تھا کہ جذب و دفع بغیر کسی واسطے کے "عمل از فصل[2]" سے واقع ہوتا ہے۔ برق سے متعلق اس کی یادداشتیں ۱۷۸۵ء اور ۱۷۸۹ء کے درمیان شائع ہوئیں۔ ان ہی کی بنیاد پر پواسّاں[3] نے آگے چل کر برق کا ریاضیاتی نظریہ قائم کیا۔

برق حیوانی:۔ بہت قدیم زمانے سے لوگوں کو اس کا علم ہے کہ بعض آبی مخلوق ایسی ہے جو برقی جھٹکے پیدا کرتی ہے۔ چنانچہ برقی مچھلی خاص طور پر مشہور ہے۔ اس کی تین قسمیں ہیں جو ان جھٹکوں کو بچاؤ اور شکار کو بے دم کرنے کے لئے استعمال کرتی ہیں ان میں سے جو مچھلی تارپیڈو کہلاتی ہے وہ تقریباً تمام گرم سمندروں میں پائی جاتی ہے۔

جب لیڈن مرتبان کی ایجاد ہو چکی تو لوگوں کو خیال ہوا کہ ان مچھلیوں سے جو جھٹکے پہنچتے ہیں وہ نوعیت میں ویسے ہی ہیں جیسے کہ برقی اخراج سے پہنچتے ہیں۔ فرانس میں بہ مقام لاراشل[4] جان والش[5] نے اس پر سیر حاصل تحقیق کی اور ثابت کیا کہ مچھلیوں کے جھٹکے برقی ہوتے ہیں۔ چنانچہ مچھلی کی پشت اور زیر شکم کو جب ایک موصل سے ملایا گیا تو برقی اخراج واقع ہوا۔

برق حیوانی سے دلچسپی لینے والوں میں ایک اطالوی نام بہت مشہور

---

[1] Torsion Balance [2] Action at a distance [3] Poisson [4] La Rochelle [5] Jhon walsh

ہے۔ یعنی اُلوائز یو گلوانی[1] کا۔ یہ شخص بولونا میں ۹ ستمبر ۱۷۳۷ء کو پیدا ہوا۔ اور تعلیم وغیرہ سے فارغ ہو کر مقامی جامعہ میں طب اور تشریح کا پروفیسر مقرر ہوا۔ اس نے ۱۷۹۱ء میں برق حیوانی پر ایک کتاب لکھی جس میں اپنا نظریہ بیان کیا۔ ۴ دسمبر ۱۷۹۸ء کو اس نے انتقال کیا۔

یہ عجیب بات ہے کہ زمانۂ سلف میں جو بڑے لوگ گزرے ہیں اُن سے متعلق افسانے مشہور ہو جاتے ہیں جو اکثر و بیشتر غلط ہوتے ہیں۔ گو بعض صورتوں میں صداقت کا شائبہ اُن میں موجود رہتا ہے۔ نیوٹن اور سیب والا افسانہ اس سے پیشتر ہم بیان کر چکے ہیں۔ یہاں گلوانی سے ایک افسانہ منسوب ہے کہ اس نے حیوانی برق کو کس طرح دریافت کیا۔ اس میں دو روایتیں نظر سے گزریں۔ دونوں اپنی جگہ دلچسپ ہیں۔

پہلی روایت تو یہ ہے کہ اس کی بیوی علیل تھی۔ غذا میں مینڈک کی ٹانگوں کا شوربا تجویز کیا گیا۔ گلوانی نے اُسے خود تیار کرنا شروع کیا۔ جب وہ کھال اُتار چکا تو اس نے ٹانگوں کو میز پر چھوڑ دیا جہاں ایک برقی مشین کا موصل قریب ہی تھا۔ مشین میں بجلی موجود تھی۔ گلوانی کمرے سے باہر چلا گیا۔ اس کی بیوی آئی تو اس نے مینڈک کی ٹانگ کے ایک عصب کو ایک چھری سے چھوا۔ چھری مشین سے بھی قریب تھی۔ نتیجہ یہ ہوا کہ ایک شرارہ پیدا ہوا اور ٹانگ میں شدید تشنج واقع ہوا۔ اس نے اپنے شوہر کو اطلاع دی۔ شوہر نے تجربے کو دُہرایا۔

دوسری روایت میں یہ ہے کہ گلوانی کی بیوی شوربا تیار کر رہی تھی اور گلوانی کا ایک شاگرد قریب میں برقی مشین چلا رہا تھا۔ شاگرد کے ہاتھ میں ایک چھری تھی۔ اتفاقاً مینڈک کی ٹانگ سے چھری لگی تو ٹانگ میں حرکت پیدا ہوئی۔ اس پر بیوی نے شوہر کو اطلاع دی۔ کہتے ہیں کہ اس کی بیوی خود ایک پروفیسر کی

---

[1] Aloisio Galvani

لڑکی تھی۔

گلوانی نے خود جو مقالہ لکھا تھا اس کا جرمن ترجمہ شائع ہوا۔ اس میں بیوی کا کہیں ذکر نہیں ہے۔ اس لئے دوسری روایت ہی زیادہ قابل قبول معلوم ہوتی ہے۔ ہر صورت مینڈک کی ٹانگوں میں تشنج یا حرکت کا یہ واقعہ ۶ نومبر ۱۷۸۰ء کا ہے۔ اس کے بعد گلوانی نے مزید تجربے انجام دیے۔ اس نے کئی مینڈکوں کی ٹانگیں تجربے کے لئے تیار کیں۔ تانبے کے کانٹوں کے ذریعہ ان ٹانگوں کو اس نے مکان کے آہنی چھجے سے لٹکا دیا۔ جب وہ ہوا سے ہل کر چھجے سے لگتی تھیں تو ان میں تشنج پیدا ہوتا تھا، اگرچہ بجلی کی کوئی مشین آس پاس نہ تھی۔ اس سے گلوانی نے یہ نتیجہ نکالا کہ خود ٹانگوں میں ایک "برقی سیال" موجود ہے۔ طوفانی بادلوں کے وقت تشنج شدید ہوتا تھا اگرچہ مطلع صاف ہونے پر بھی یہ کیفیت پیدا ہوتی تھی۔ اسی لئے پہلے پہل گلوانی نے اس کو کرہ ہوا کی بجلی کا نتیجہ سمجھا۔ لیکن اس نے جب یہ کیفیت مکان کے اندر دھات کی ایک طشتری پر مینڈک رکھکر پیدا کی اور دیکھا کہ ٹانگ میں سے گزرنے والا تار جب کبھی طشتری کو مس کرتا تھا تو حرکت پیدا ہو جاتی تھی۔ پس اس نے ہوائی بجلی کا خیال ترک کر دیا۔ اور سوچنے لگا کہ اس کا سبب یا تو ٹانگ میں ہے یا طشتری میں یا تار میں۔ گلوانی نے ٹانگ کو شیشے پر رکھا اور ٹانگ کے عصب اور پاؤں کے پٹھے کو بہ یک وقت ایک مڑی ہوئی سلاخ سے چھوا۔ اگر شیشے کی سلاخ سے چھوا جائے تو کوئی کیفیت نہیں پیدا ہوتی، لیکن اگر سلاخ تانبے اور لوہے یا تانبے اور چاندی کی ہو تو دیر تک تشنج ہوتا رہتا ہے۔ اس نے یہ بھی مشاہدہ کیا کہ سلاخ اگر صرف لوہے کی ہو تو بھی حرکت پیدا ہو جاتی ہے، لیکن تشنج اتنا شدید اور مسلسل نہیں ہوتا جتنا کہ دو دھاتوں کی سلاخ کی صورت میں ہوتا ہے۔ اس سے گلوانی نے یہ نتیجہ نکالا کہ سلاخ صرف موصل کا کام دیتی ہے۔ مزید تحقیق کرنے سے

وہ اس نتیجہ پر پہنچا کہ مبدء برق ٹانگ کے عصب میں ہے۔

گلوانی کی ان دریافتوں کا شہرہ دور دور تک پھیل گیا۔ مینڈک یا دیگر ذی روح اجسام کی اندرونی بجلی کا نام ہی گلوانی سیال مشہور ہوگیا۔ اور لوگ برق کے اس شعبہ کو گلوانیت کہنے لگے۔ گلوانی پیما آج بھی اس کی یاد کو تازہ کرتا ہے۔

وولٹا:۔ طبیبوں اور ماہران فعلیات نے گلوانی کے نظرئیے کی بہت حمایت کی۔ لیکن اس نظریے کے مخالفین بھی موجود تھے۔ ان سب میں پیش پیش نام اس کے ہم وطن وولٹا کا ہے۔

الیسانڈرو وولٹا ۱۷۴۵ء میں بہ مقام کومو پیدا ہوا۔ تعلیم وغیرہ ختم کرنے کے بعد اپنے وطن کی درسگاہ میں طبیعیات کا معلم ہوگیا۔ پانچ برس تک اس خدمت پر رہا۔ پھر جامعہ پاویا میں شعبۂ طبیعیات میں پروفیسر مقرر ہوا۔ اس خدمت پر وہ پچیس برس تک رہا۔ ۱۸۲۷ء میں اس نے انتقال کیا۔

وولٹا نے بھی گلوانی کا شہرہ سُنا تھا۔ اس کو بھی دلچسپی پیدا ہوئی۔ اس کے تجربے دُہرائے۔ لیکن نتائج مختلف حاصل کئے۔ اس نے بتلایا کہ صرف دھاتوں سے بھی وہی اثرات پیدا کیے جاسکتے ہیں۔ ان کے لئے حیوان کی ضرورت نہیں۔ اس پر دونوں پروفیسروں میں بحث پیدا ہوگئی جو عرصہ تک چلتی رہی۔ لیکن اسکے ختم ہونے سے پہلے گلوانی کا انتقال ہوگیا۔ اس لئے وولٹا کو تنہا یہ مسئلہ حل کرنا پڑا۔

وولٹا نے یہ بھی دریافت کیا کہ علاوہ حرکت کے برقی اخراج دوسرے اثرات بھی پیدا کرتا ہے۔ چنانچہ دو دھاتوں کی ایک خمیدہ سلاخ اس نے

Galvanometer کے Galvanism کے Galvanic Fluid کے

Como کے Alessandro Volta کے Physiology کے

ایک طرف تو آنکھ سے لگائی اور دوسری طرف اس کو منہ میں رکھا تو تماس قائم ہونے



پر روشنی کا احساس پیدا ہوا۔ اگر ایک چاندی کا سکہ اور ایک سونے کا سکہ زبان سے لگا کر رکھا جائے اور دونوں کو ایک تار سے ملایا جائے تو ذائقہ میں تلخی محسوس ہوتی ہے پس برق حرکت پیدا کرنے کے علاوہ اعصاب بصر و ذائقہ کو بھی متاثر کرتی ہے۔ وولٹا کے نزدیک ان تمام تجربوں میں بنیادی چیز دو مختلف دھاتوں کا تماس تھا۔

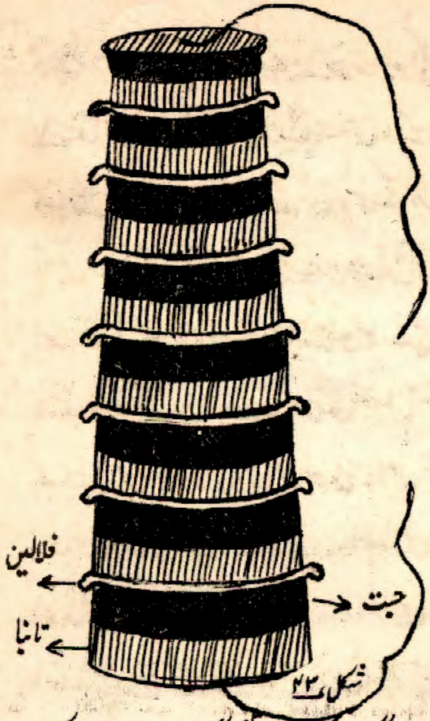
۱۷۹۴ء میں اس نے اپنے اس "تماسّی نظریہ"ط کو ثابت کرنے کی کوشش کی۔ گلوانی نے تو یہ بتایا تھا کہ برق کا محل مینڈک کی ٹانگ میں ہے اور دھات کی سلاخ

ط Contact Theory

صرف گزرگاہ کا کام دیتی ہے۔ اس بنا پر ایک دھات سے ویسی ہی حرکت پیدا ہونی چاہئے جیسی دو دھاتوں سے ہوتی ہے۔اس کے علاوہ اگر ایک دھات کے تار کے سرے مختلف تپشوں پر ہوں تو تشنج شدید ہوتے ہیں۔لیکن اگر دونوں کی تپشیں برابر کر دی جائیں تو یہ اثرات بالکل غائب ہو جاتے ہیں۔ اس بنا پر وولٹا نے یہ نتیجہ نکالا کہ ایک دھات کے تار میں جو اثرات خفیف ہوتے ہیں تو وہ اس کی حالت میں خفیف سے فرق کا نتیجہ ہیں۔ اس لئے اس برق کو جتنا "حیوانی" کہا جا سکتا ہے اتنا ہی اسے "دھاتی" کہہ سکتے ہیں۔ غرضکہ اس نے جو تجربے انجام دئے ان سے اس نے ثابت کیا کہ برق دو دھاتوں کے تماس پر پیدا ہوتی ہے' ایک دھات میں برق مثبت ہوتی ہے تو دوسری میں منفی۔

اس نتیجہ پر پہنچنے کے بعد وولٹا نے اپنا مشہور و معروف "انبار" تیار کیا۔ اس نے لندن کی رائل سوسائٹی کے صدر یوسف بینکس کو ۲۰ مارچ ۱۸۰۰ء کو ایک خط لکھا جس میں اس نے اس انبار کو بیان کیا ہے۔ اس نے دو دھاتیں جست اور تانبا استعمال کیں۔ پہلے تانبے کی ایک قرص رکھی، پھر جست کی۔ دونوں کے اوپر فلالین کا ایک ٹکڑا رکھا جس کو نمک کے پانی سے تر کر دیا گیا تھا۔ اثر کو قوی کرنے کے لئے کئی جفت لئے گئے یہاں تک کہ حسب شکل ۲۳ ایک انبار تیار ہو گیا۔ یعنی یہ انبار تانبا، جست، فلالین، پر مشتمل تھا۔ البتہ یہ انبار سلسلہ بہ سلسلہ نیچے سے تیار کیا گیا۔ فلالین اس لئے استعمال کیا گیا تھا کہ ایک جفت کا جست دوسرے جفت کے تانبے سے نہ ملنے پائے۔ جب نیچے کی تانبے والی اور اوپر کی جست والی قرصوں کو تار کے ذریعے ملایا گیا تو ایک زبردست رو حاصل ہوئی۔ یہی سب سے پہلا برقی مورچہ تھا۔

Joseph Banks & Voltaic Pile & Contact Theory al



وولٹا نے یہ دیکھا کہ خالی پانی کی بجائے فلالین کو نمک کے پانی سے بھگویا جائے تو نتیجہ بہتر رہتا ہے اور جب اس نے ترشہ دار پانی استعمال کیا تو نتیجہ اور بھی بہتر رہا۔ اس لئے وولٹا نے اپنے انبار میں اصلاح کی اور اب "کاسوں کا دائرہ" تیار کیا۔ اس میں دائرے کی شکل میں چند کاسے استعمال کئے جن میں ترشہ دار (یا نمکین) پانی تھا۔ ہر ایک میں ایک پتر تانبے اور ایک پتر جست کا ڈوبا ہوا تھا۔ ہر کاسہ گویا ایک خانہ بن گیا۔ ہر خانے کے تانبے کو دوسرے خانے کے جست سے ملا دیا گیا۔ اس طرح پہلے خانے کا جست اور آخری خانے کا تانبا بچ رہا۔ اس طرح خانوں کا یہ مجموعہ مورچہ بن گیا۔ آزاد جست اور آزاد تانبا مورچہ کے پتر بن گئے۔ پس یہ وولٹائی خانوں کا سب سے پہلا مجموعہ تھا۔

وولٹا اور گلوانی کے درمیان جو تنازعہ چلا اس نے ماہرین برق کو دو مخالف جماعتوں میں تقسیم کر دیا۔ گلوانی کے حامیوں میں سب سے بڑا نام جرمنی کے الگزنڈر فان ہمبولڈ کا ہے۔ اور وولٹا کے طرفداروں میں سب سے زیادہ نمایاں کولام اور

Cell ؎ Crown of Cups ؎ Acidulated ؎

Alexander von Humboldt ؎ Battery ؎

دیگر فرانسیسی طبیعیات داں تھے ۔ وولٹا نے جو خانہ تیار کیا تھا اس کی توجیہ کے لئے تماسی نظریہ کام میں لایا گیا۔ اس وقت سے آج تک یہ نظریہ مابہ النزاع ہی اور حال ہی میں کیمیائی نظریے نے اس کی جگہ لے لی ہے ۔

وولٹا نے جو خط انگلستان بھیجا تھا اس کے چھ ہفتہ بعد ولیم نکالسن اور سر انتھونی کارلائل نے انگلستان کا سب سے پہلا انبار تیار کر لیا ۔ اور ۲ر مئی ۱۸۰۰ء کو اس کی مدد سے پانی کی تحلیل عمل میں آئی ۔ اس کی اشاعت جولائی ۱۸۰۰ء میں نکالسن جرنل میں ہوئی ۔ اس تجربے نے گویا برقی کیمیا کی بنیاد ڈالی۔ وولٹا کی تحقیقات کو قبول عام حاصل ہوا۔ ۱۷۹۱ء میں وہ لندن کی رائل سوسائٹی کا رکن منتخب ہوا۔ ۱۸۰۱ء میں نپولین نے اس کو پیرس بلایا تاکہ وہ انسٹیٹیوٹ کے سامنے اپنے انباری تجربے دکھلا سکے۔ فرانسیسیوں نے اس کو سونے کا ایک تمغہ انعام میں دیا۔

Sir Anthony Carlisle ؎ William Nicholson ؎

دسواں باب

طبیعیات اُنیسویں صدی میں

عہدِ سائنس ہم اُنیسویں صدی کو عہدِ سائنس کہہ سکتے ہیں۔اس کا سبب یہ ہے کہ فطرت کے متعلق ہمارے علم میں بیش بہا اضافہ ہوا۔یہ ضرور ہے کہ انسان نے فطرت کا مطالعہ اپنے شعور کے آغاز سے ہی کیا ہے۔لیکن پچھلی صدی میں کائنات فطرت کا مفہوم ہی گویا بدل گیا۔اس میں اب یہ چیز داخل ہوگئی کہ انسان کے ماحول پر جو طبیعی کلیے اور اعمال اثر کرتے ہیں اُن سے انسان بھی اتنا ہی متاثر ہوتا ہے۔اس لئے اس کو اپنے ماحول سے جُدا نہ سمجھنا چاہیئے۔

سابق کی صدیوں میں یہ ہوا کہ ایجادیں زیادہ تر عملی زندگی کی ضروریات کے تابع رہا کیں۔اُنیسویں صدی میں سائنس کی تحقیق علم کی تلاش میں کی گئی۔اس کے بعد عملی اطلاق اور ایجادوں کی نوبت آئی۔اور جب کوئی ایجاد ہوگئی تو پھر تحقیق اور صنعتی نشوونما کے لئے ایک نیا میدان ہاتھ آگیا۔

یہ تو بہ حیثیت مجموعی سائنس کی کیفیت تھی۔اب ہمیں دیکھنا ہے کہ طبیعیات کا کیا رنگ رہا۔اس صدی میں طبیعیات کے وہ نظریے ترک کر دیئے گئے جو اٹھارھویں صدی میں قائم کئے گئے تھے۔بلکہ سترھویں صدی کی بنیادوں پر نئی عمارت کھڑی کی گئی۔نور کا خروجی نظریہ ترک کر دیا گیا۔اس کی جگہ موجی نظریے نے لے لی۔جس نے کو

حراریہ کہتے تھے اس کا دور بھی ختم ہوا۔ اور حرارت کو سالمی حرکت کا نتیجہ سمجھا جانے لگا برق کے یک سیالی اور دو سیالی نظریوں کے قائم کرنے والوں نے چند غیر ثقیل اشیاء فرض کر رکھی تھیں۔ انھیں بھی بالائے طاق رکھ دیا گیا اور خیال یہ قائم ہوا کہ نور بردار اثیر میں ہیجان اور فساد کا نتیجہ برق اور مقناطیسیت کی شکل میں ظاہر ہوتا ہے۔ مقناطیسی ذرات جو شیشے میں سے بلا مزاحمت گزر جاتے تھے، اب صرف زینتِ تاریخ ہیں۔ کیمیائی شے فلوجسٹن بھی اب کافور ہو گئی۔ سابق کی صدی میں سات غیر ثقیل اشیاء تھیں۔ اب ایک بھی باقی نہ رہی۔ البتہ سترھویں صدی کے نور بردار اثیر کو دوبارہ جنم ملا اور طبیعیات میں اس کو ایک اہم جگہ حاصل ہو گئی۔ اسی کی بدولت طبیعیات کی دو بڑی شاخیں یعنی نور اور برقی مقناطیسیت تقریباً ایک ہو گئیں۔

مشاہدات کی کثرت ہو گئی لیکن اس کثرت میں وحدت کی تلاش جاری رہی۔ طبیعیات کی جن شاخوں میں کوئی تعلق نظر نہ آتا تھا اب وہ مربوط معلوم ہوتی تھیں، یہ اس بات کی دلیل تھی کہ تلاش صحیح راستہ پر ہے۔

توانائی کا مفہوم اس صدی میں قائم ہوا جس سے پچھلی صدی میں کوئی واقف نہ تھا۔ اشعاعی توانائی کو اب مرکزی حیثیت حاصل ہو گئی۔ اس صدی کے شروع میں کیمیا داں نے ترازو کی مدد سے استمرار کمیت کا کلیہ قائم کر دیا تھا۔ اس کی تکمیل میں طبیعیات والوں نے استمرار توانائی کا کلیہ قائم کر دیا۔

پیشتر کی کسی صدی میں سائنس پر کام کرنے والوں کی تعداد اتنی کبھی نہ ہوئی تھی۔ اور نہ طبیعیات کی تمام شاخوں پر اس قدر تجرباتی کام ہوا تھا۔ نظریہ اور تجربہ میں اب چولی دامن کا ساتھ تھا۔ بھاپ اور برق پر اتنا قابو حاصل کر لیا گیا تھا کہ بنی نوع انسان کی ضروریات اور آسائش کی تکمیل ہو سکے۔

Conservation of Mass ؂ Radiant Energy ؁

سائنس کی اس ترقی میں تقریباً تمام یورپی ممالک نے حصہ لیا۔ سب سے پہلے ہم انگلستان کا ذکر کرتے ہیں۔ یہاں نیوٹن پرستی بہت دنوں تک جاری رہی۔ ترقی اسی وقت ہو سکی جب اس پرستش میں کمی واقع ہوئی اور یہ محسوس کیا جانے لگا کہ انسان خواہ کتنا ہی بڑا کیوں نہ ہو خطا سے بری نہیں ہوتا۔ چنانچہ ہرشل، ینگ، ڈیوی اور بروسٹر اس زمانے کے مشاہیر میں سے ہیں۔

جرمنی میں نپولین کی جنگوں نے تباہی مچا رکھی تھی۔ مذہبی جھگڑوں نے سیاسی افراتفری پھیلا رکھی تھی۔ لیکن اب وہاں ان سب باتوں کا خاتمہ ہو رہا تھا اور سائنس میں غیر معمولی جدوجہد کا دور شروع ہوا۔ البتہ اس صدی کے شروع میں جرمنی میں اہل طبیعیات اور اہل ریاضی و فلسفہ کے درمیان عجیب و غریب مناقشہ قائم تھا۔ چنانچہ ہلمہولٹس[1] اپنی کتاب "پاپولر لکچرس[2]" جلد اوّل میں کہتا ہے۔ "ہیگل[3] نے نہایت شدت اور تلخی کے ساتھ تمام طبعی فلسفیوں (یعنی سائنس دانوں) کے خلاف بالعموم اور سر اسحٰق نیوٹن کے خلاف بالخصوص ایک حملہ شروع کر دیا۔ کیونکہ نیوٹن طبعی تحقیق کا سب سے بڑا نمائندہ تھا۔ فلسفی کہتے تھے کہ سائنس والے تنگ نظر ہیں۔ سائنس والے کہتے تھے کہ اہل فلسفہ خبطی ہیں۔ اس کا نتیجہ یہ ہوا کہ اہل سائنس نے فلسفہ کے ہر قسم کے اثرات کو خارج کرنے پر زور دیا......."

برلن میں اہل سائنس کا ایک مکتب خیال پیدا ہوا جس میں پاگنڈارف[4]، ریس[5]، ڈو[6]، اور میگنس[7] تھے۔ میگنس اس مکتب کا سرگروہ تھا۔ یہ سب لوگ فلسفہ کو حقارت کی نظر سے دیکھتے تھے۔ گو میگنس نے آجکل کے طبیعی تجربہ خانے کے ارتقاء میں بہت حصہ لیا۔ تاہم یہ عجیب بات ہے کہ میگنس ریاضی سے بھی بہت خفا تھا۔ لیکن اسکے

---

[1] Helmholtz [2] Popular Lectures [3] Hegel

[4] Poggendorff [5] Ries [6] Dove [7] Magnus

شاگرد کرونش، کلاؤسیس اور ہلمہولٹس اس کے ہم خیال نہ تھے۔ اور نہ دوسرے طبیعیات کے ماہر اس کے ہمنوا تھے۔ بالآخر ۱۸۴۴ء میں برلن میں مجلس طبیعیات کی بنیاد پڑی، جس کی غرض یہ تھی کہ طبیعیات اور ریاضی میں ربط اور اتحاد قائم رکھا جائے۔

اس صدی کے شروع میں فرانس میں اہل سائنس کا ایسا اجتماع تھا کہ کوئی دوسرا ملک اس کا ہمسر نہ تھا۔ وسط صدی میں جاکر کہیں دوسرے ملک اس کے ہم پلّہ ہو سکے ان مشاہیر میں لاگرانش، لاپلاس، فرینل، کارنو، فورئے کے نام لینا کافی ہوں گے۔

ریاستہائے متحدہ امریکہ میں اس صدی کے ربع آخر تک کوئی بڑا کام ایسا انجام نہیں پایا کہ سائنس کی دنیا میں اس کی کچھ شہرت ہوتی۔

مادے کی ساخت

جوہری نظریہ:۔ سابق میں ہم نے جوہری فلسفہ کی ابتدا دیمقراطیس سے بتلائی ہے۔ ارسطو نے اس کو نظر انداز کیا۔ ازمنۂ وسطیٰ میں اس کی طرف توجہ نہیں کی گئی۔ دورِ احیا کے بعد البتہ اس میں ذرا زور پیدا ہوا۔ گیلیلیو اس کی طرف مائل تھا۔ بائل اور نیوٹن نے اپنے کیمیائی اور طبیعی قیاسات کی بنیاد اسی پر رکھی۔ اس کے بعد پھر اس پر زوال آیا اگرچہ سائنسی فکر اس سے متاثر ضرور رہی۔

لیکن انیسویں صدی کی ابتدا میں اس نظریے نے پھر زور پکڑا۔ اب اس کو ایک نئی حیثیت سے پیش کیا گیا کہ اسی نظریے سے طبیعی خاصیتوں کی صحیح توجیہ ہو سکتی ہے۔ مثلاً مادّے کی تین حالتیں ٹھوس، مائع اور گیس یا کیمیادی امتزاج میں معین مقداریں۔ اب گویا یہ تسلیم کر لیا گیا کہ تمام مادہ، خواہ وہ ٹھوس، مائع یا گیسی حالت میں ہو، ایسے چھوٹے چھوٹے ذرّوں سے مرکب ہے جن کو سالمے کہتے ہیں۔ اور جو دیکھے بھی جا سکتے

Laplace — Lagrange — Clausius — Krönig —
Fourier — Carnot — Fresnel —

ہیں بشرطیکہ ہمارے پاس کافی طاقتور خوردبینیں ہوں۔ وہ اس قدر چھوٹے ہوتے ہیں کہ ان کو تخیل میں بھی لانا مشکل ہے۔ اس کا اندازہ یوں کیا جا سکتا ہے کہ کوئی ۰ اچھٹانک پانی میں سالموں کی تعداد اتنی ہوتی ہے جتنی کہ تمام دنیا کے سمندروں میں قطروں کی تعداد۔ لیکن یہ سب کچھ ایک دن میں یا ایک شخص کی کوششوں سے تسلیم نہیں کیا گیا۔ اس کی داستان طویل مگر دلچسپ ہے۔ اس لئے ذرا تفصیل سے ہم اس کو یہاں بیان کریں گے۔

فلوجستن کے نظریے کے رد کر دیئے جانے کا نتیجہ یہ ہوا کہ مادے کی تین حالتیں ٹھوس، مائع اور گیس باقاعدہ تسلیم کر لی گئیں جیسا کہ ہم آج بھی تسلیم کرتے ہیں۔ ہر شے عام طور پر ان میں سے کسی ایک حالت میں زیادہ نمایاں ہوتی ہے۔ مثلاً پانی ہے کہ ہمیشہ ہم اس کو مائع حالت میں دیکھتے ہیں لیکن حالات مناسب ہوں تو ہم اس کو بقیہ دو حالتوں میں تبدیل کر سکتے ہیں، مثلاً پانی برف بھی بنایا جا سکتا ہے اور اُسے ہم بھاپ میں تبدیل کر سکتے ہیں۔ جب اس کا علم قطعی ہو گیا تو پھر کیمیاوی امتزاج کے کلیوں کا مطالعہ بھی شروع ہو گیا۔

لاوانے پراوسٹ (۱۷۵۵ء - ۱۸۲۶ء) اور رِکشٹر (۱۷۶۲ء - ۱۸۰۷ء) نے برتھولے (۱۷۴۸ء - ۱۸۲۲ء) کے خلاف یہ رائے قائم کی تھی کہ کسی کیمیاوی مرکب میں اس کے اجزائے ترکیبی ہمیشہ ایک ہی مقدار میں ہوتے ہیں۔ مقدار کے اس تعین نے کیمیا کا رُخ ہی بدل دیا۔ چنانچہ پانی جس طرح سے بھی حاصل کیا جائے اس میں ہمیشہ ہائڈروجن اور آکسیجن ایک اور آٹھ کی نسبت میں ہوتی ہیں۔ اس طرح امتزاجی وزن کا مفہوم پیدا ہوا۔ اگر ہائڈروجن کا وزن ۱ مانا جائے تو آکسیجن کا امتزاجی وزن ۸ ہوگا۔ اگر دو عنصر مل کر ایک سے زائد مرکب بناتے ہیں تو ہر دو مرکبوں کے اجزائے ترکیبی سادہ تناسب میں ہوں گے۔ مثلاً نائٹروجن کے ۱۴ حصے ایک مرکب میں آکسیجن کے ۸ حصوں میں ملتے

Berthollet ؎ Richter ؎ Proust ؎

ہیں تو دوسرے مرکب میں ۱۶ حصّوں سے ملیں گے ۔ یہاں تناسب ۱ اور ۲ کا ہوا۔

اب ہم ایک ایسے شخص کا ذکر کرنا چاہتے ہیں جس نے اس نظریے کو ایک معین شکل دے دی ۔ چنانچہ یہ نظریہ اسی کے نام سے آج تک موسوم ہے ۔ ہماری مراد ڈالٹن سے ہے ۔ جس کے نام سے یہ نظریہ "ڈالٹن کا جوہری نظریہ" کہلاتا ہے ۔

جانؔ ڈالٹن کمبرؔلینڈ کے ایک جُلاہے کا لڑکا تھا ۔ وہ ۱۷۶۶ء میں پیدا ہوا ۔ اس کا بھائی کنڈال میں ایک اقامتی مدرسہ چلاتا تھا ۔ ڈالٹن ۱۵ برس کی عمر میں بھائی کا شریک ہوگیا ۔ لیکن مالی اعتبار سے اس میں فائدہ حاصل نہ ہوا ۔ اس لئے ۱۷۹۳ء میں ڈالٹن مانچسٹر چلا گیا جہاں وہ نیو کالج میں سائنس کا لکچرار ہوگیا ۔ ۶ برس تک وہ اس خدمت پر رہا ۔ اس کے بعد اس کو ترک کرکے خانگی طور پر معلمی کا پیشہ اختیار کیا ۔ اس کو کیمیا سے خاص طور پر دلچسپی بلکہ شغف تھا ۔ حکومت نے آخر میں اس کے لئے وظیفہ مقرر کر دیا ۔ اس لئے وہ اپنی محبوب کیمیا میں منہمک رہ سکا ۔ اس نے کبھی شادی نہیں کی ۔ مانچسٹر میں اس نے اپنی عمر کے آخری پچیس سال ایک دوست کے ساتھ گزار دیئے ۔ ۷۸ برس کی عمر میں ۱۸۴۴ء میں اس نے انتقال کیا ۔

ڈالٹن نے اپنے زمانے کی معلومات سے استفادہ کرکے اپنا "جوہری نظریہ" قائم کیا ۔ اس نے یہ فرض کیا کہ ہر کیمیاوی عنصر نہایت ہی قلیل ذرّوں یا "جوہروں" سے بنتا ہے ۔ ان جوہروں میں چند امتیازی خصوصیتیں ایسی ہوتی ہیں جو کبھی نہیں بدلتیں خواہ وہ دوسرے جوہروں سے کسی طرح کیوں نہ ترکیب پائیں ۔ اس کے نزدیک یہ جوہر ناقابل تقسیم تھے ۔ ہر عنصر کا ہر جوہر اسی عنصر کے دوسرے جوہر کا عین ہوتا ہے لیکن مختلف عنصر مختلف وزنوں کے جوہروں سے مل کر بنتے ہیں ۔ پس سوال یہ اُٹھا کہ جوہر کا وزن کیا ہوتا ہے ؟ ظاہر ہے کہ وزن خواہ کتنا ہی قلیل ہو، ہوگا ضرور ۔ چونکہ

Cumberland ؎ John Dalton ؎

اس قسم کے اقل قلیل وزنوں کی پیمائش کا اس زمانے میں کوئی ذریعہ نہ تھا اس لئے اس نے سبک ترین عنصر یعنی ہائڈروجن کے وزن کو اکائی مان لیا۔ اور دوسرے عنصروں کے جوہروں کے امتزاجی وزنوں کو اس اکائی کا ضعف مان لیا۔ اس طرح جوہری وزن حاصل ہوئے۔ ڈالٹن نے یہ بھی فرض کر لیا کہ مختلف گیسوں کے مساوی حجموں میں جوہروں کی تعداد ایک ہی ہوتی ہے۔ پس اگر ہائیڈروجن کے ایک حجم کے ساتھ ملنے والی کلورین کے ایک حجم کا وزن ہائڈروجن کے حجم کا ۳۵ گنا ہو تو کلورین کا جوہری وزن ۳۵ ہوا۔ اسی طرح اس نے آکسیجن کا جوہری وزن ۸ حاصل کیا۔

ڈالٹن کے اس نظریے کے بعد جوہروں کو غیر نفوذ پذیر استوار ٹھوس سمجھا جانے لگا۔ ایک ہی عنصر کے تمام جوہروں کا وزن ایک ہی قرار دیا گیا۔ اور مختلف عنصروں کے جوہر مختلف وزن قرار پائے۔ بعض سائنس دانوں نے جوہر کو لچکدار تصور کیا۔ جس کا مطلب یہ ہوا کہ اس کے مختلف حصّوں میں اضافی حرکت ہو سکتی ہے۔ لیکن دوسروں نے اس خیال کو رد کر دیا اور کہا کہ اس سے پیچیدگی بہت بڑھ جاتی ہے۔ لیکن اگر ان کو بے لچک مانا جائے تو یہ قباحت لازم آتی ہے کہ دو بے لچک جوہر جب متصادم ہوں گے تو حرکت کی توانائی کا نقصان ہوگا اور جوہروں کے کسی مجموعہ کی توانائی بالفعل اندرونی تصادموں کی وجہ سے رفتہ رفتہ گھٹ جائے گی۔ یہ تجربے کے خلاف ہے۔ اس سے بچنے کی صورت یہ تھی کہ جوہروں کو جذبی اور دفعی قوتوں کا محض مرکز تصور کیا جائے۔ اور جوہروں میں کوئی تصادم نہ تسلیم کیا جائے۔ آمپیر اور فیریڈے جوہروں کو محض مرکز قوت سمجھتے تھے اور اُن میں امتداد[1] تسلیم نہ کرتے تھے۔ پس جوہر گویا ایسا ذرّہ ہوا جس

---

[1] Extension

میں امتداد نہیں لیکن کمیت ہے جس پر مختلف قوتیں عمل کرتی ہیں۔ یہ دعویٰ خود محلِ نظر تھا۔

جوہر کو بے لچک ماننے سے جو اعتراض پیدا ہوتا ہے اس سے بچنے کی ایک یہ صورت نکالی گئی کہ مادے کا چھوٹے سے چھوٹا حصّہ جوہر نہیں بلکہ جوہروں کا ایک مجموعہ ہے جس کو سالمے کا نام دیا گیا۔ لیکن اٹھارھویں صدی میں سالمے کا لفظ مبہم سا تھا۔ خود ڈالٹن نے نائٹرک آکسائڈ[1] کے سالموں کو جوہر کہا۔ آووگاڈرو[1] (۱۷۷۶ء ۱۸۵۶ء) نے ۱۸۱۱ء میں 'سالمۂ مسلم' (موجودہ سالمہ) اور 'سالمۂ بسیط' (موجودہ جوہر) کا ذکر کیا ہے۔ ۱۸۵۹ء میں رینول[1] نے جوہروں اور سالموں کو ایک ہی معنے میں استعمال کیا۔ بلکہ سادہ سالمہ' اور 'پیچیدہ سالمے' کی اصطلاحیں استعمال کیں۔ فان لیبگ[2] (۱۸۰۳ - ۱۸۷۳ء) نے 'سادہ جوہر' اور "مجتمع جوہر" کی اصلاحیں استعمال کیں۔ یہ شخص جرمن تھا۔ انگریزی میں ترجمہ ہوا۔ تو 'مرکب جوہر یا سالمہ' استعمال کیا گیا۔ ۱۸۶۸ء میں رانسکو نے سالمے کی تعریف یوں کی۔ "سالمہ جوہروں کا ایک مجموعہ ہوتا ہے جو کسی کیمیاوی شے کے چھوٹے سے چھوٹے حصّے کی حیثیت سے علیحدہ کیا جا سکے یا علیحدہ رہ سکے خواہ وہ شے سادہ ہو یا مرکب۔"

جوہر اگرچہ بے لچک مانے جاتے تھے لیکن سالموں کو لچکدار تصور کیا جاتا تھا۔ کلاوسیس اور میکسول دونوں اسی خیال کے تھے۔ ۱۸۷۳ء میں لارڈ کلون[1] نے فلاسفیکل میگزین میں ایک مقالہ لکھا جس میں یہ فقرہ درج ہے "استمرار توانائی کے موجودہ طبعی نظریے نے ہمارے لئے یہ ممنوع قرار دیا ہے کہ سالموں میں کامل لچک کے علاوہ کچھ اور فرض کر سکیں"۔ پس سالمے جب متصادم ہوتے ہیں تو کامل لچک دار

Regnault[1] Avogadro[1] Nitric Oxide[1]
Lord Kelvin[1] Homogenous[2] Von Liebig[2]

کروں کی طرح عمل کرتے ہیں۔ گیسوں کا جو نظریۂ تحرک قائم ہوا اس میں یہ خیال بنیادی قرار پایا۔ اس کی تفصیل ہم آئندہ بیان کریں گے۔

بے لچک جوہر کے اعتراض سے بچنے کا ایک تیسرا طریقہ لارڈ کلون نے حلقیزی جوہر کے نام سے پیش کیا۔ اگر کوئی سیال ایسا ہو جو متجانس یا یک ذات ہو، جو دباؤ کے اثر کو قبول نہ کرتا ہو اور جس میں رگڑ نہ ہو تو ہلموٹس نے یہ بتلایا تھا کہ ایسے سیال میں حلقیزی نلیاں مانی جا سکتی ہیں جن میں سیال مستقل گردشی حالت میں رہ سکتا ہے۔ اور ایسی نلی پھر ایک ناقابل شکست بند حلقہ بن جاتی ہے۔ کلون نے ایسے حلقے کو جوہر تصور کیا۔ اس کے نزدیک ایسا جوہر تمام سابقہ جوہروں کے مقابلے میں تصوری جوہر سے قریب ترین تھا۔ سیال اصلی میں تو جمود ہے لیکن اس حلقیزی حلقے میں مادے کی صفات ہیں۔ میکسول نے اس پر یہ اعتراض کیا کہ جو خود شے نہیں ہے بلکہ ایک شے کی حرکت کا محض ایک طرز ہے اس میں جمود فرض کرنا ذرا مشکل ہے۔

انیسویں صدی کے ربع آخر میں جوہری اور سالمی نظریوں کو جو اتنی اہمیت دی گئی تو بعض لوگوں نے اس پر اظہار ناپسندیدگی کیا۔ کیونکہ جوہروں کے دکھائی دینے کی کوئی توقع نہیں تھی اور نہ کسی منفرد جوہر کے اثر کو شناخت کیا جا سکتا تھا۔ ۱۸۸۳ء میں سر ولیم ٹامسن نے نور کے موجی نظریے، تماسی برق، شعری جذب اور نظریہ تحرک کی بنا پر یہ اعلان کیا کہ معمولی مادے کے جوہر یا سالمے قطر میں ایک سنٹی میٹر کا $\frac{1}{10,000,000}$ تا $\frac{1}{1,000,000,000}$ ہوتے ہیں۔

Vortex atom ؎ Kinetic Theory of Gases ؎ Capillary attraction ؎ Vortex ring ؎ Homogeneous ؎ Sir William Thomson

جوہری نظریے کے مخالفین کا سرگروہ برلن کا ولہلم اسٹوالد تھا۔ اس کے نزدیک اصول استمرار توانائی اصل اصول تھا اور توانائی کو وہ حقیقت کبریٰ سمجھتا تھا۔ اس نے جوہری اور سالمی نظریوں کو ترک کر دیا تھا۔ لیکن ۱۸۹۷ء میں بولٹس من نے اس پر احتجاج کیا اور بتلایا کہ سائنس میں جوہریت ناگزیر ہے۔ عجیب اتفاق کہ جوہری نظریے کی مخالفت اس وقت ہو رہی تھی جبکہ اس کو قائم کرنے والے تجرباتی واقعات ظہور میں آ رہے تھے۔

اکائیاں دُنیا میں اوزان اور پیمانوں کی کثرت بھی ایک مصیبت ہے جو قدیم سے چلی آتی ہے۔ آج بھی دُنیا کو اس سے نجات نصیب نہیں ہوئی، اور بغیر ان کے چارہ بھی نہیں۔ اس لئے فرانسیسیوں نے کوشش کی کہ ایک منطقی اور سہولت بخش عشری نظام کی بنیاد رکھیں۔ چنانچہ ۱۷۹۱ء میں مجلس قومی (نیشنل اسمبلی) کے سامنے ایک رپورٹ پیش کی گئی۔ ۱۷۹۹ء تک ضروری پیمائشیں ختم ہو کر منظور کر لی گئیں۔ ۱۸۱۲ء میں اس نظام کے رواج کی اجازت دی گئی اور اُسے اختیاری رکھا گیا۔ ۱۸۴۰ء میں اس کو لازمی کر دیا گیا۔

طول کی پیمائش میں بنیادی اکائی میٹر قرار دی گئی۔ اس کی تعریف یوں کی گئی کہ پیرس میں سے گزرنے والے ربع زمین کا کروڑواں حصہ ایک میٹر کہلائے گا۔ عملی طور پر میٹر سے مراد پیرس کے معیار خانے میں رکھی ہوئی ایک دھاتی سلاخ پر دو نشانوں کے درمیان فاصلہ ہے جب کہ تپش ۰° سئی ہو۔ اگرچہ زمین کی پیمائشوں میں زیادہ صحت حاصل ہونے پر ربع زمین کی قیمت بدل گئی اور اب میٹر ایک کروڑواں حصہ نہ رہا۔ تاہم ایک مرتبہ اختیار کر لئے جانے کے بعد سے میٹر کو آج تک بدلا نہیں گیا ہے۔

Boltzmann ٹ Wilhelm Ostwald ا

حجم کی اکائی ایک لیٹر[۱] قرار دی گئی اور اس کی تعریف یوں کی گئی کہ وہ ایک مکعب ہے جس کا ہر ضلع ایک ڈیسی میٹر ($\frac{1}{10}$ میٹر) ہے۔ چونکہ اس پیمائش میں دقت محسوس ہوئی اس لئے ۱۹۰۱ء میں لیٹر کی تعریف یوں کی گئی کہ وہ خالص پانی کے ایک کلوگرام کا حجم ہے جبکہ دباؤ ۱ ایٹماسفیر ہو اور تپش ۴°م ہو جو پانی کی اعظم کثافت کی تپش ہے۔

کمیت کی اکائی ایک کلوگرام مقرر ہوئی اور اس کی تعریف ۴°م پر پانی کے ایک مکعب ڈیسی میٹر کی کمیت سے کی گئی۔ عملی طور پر کلوگرام سے مراد پیرس کے معیار خانے میں رکھے ہوئے پلاٹینم ایریڈیم کے ایک ٹکڑے کی کمیت ہے جس کو ۱۷۹۹ء میں فبرونی[۲] اور گینو[۳] نے بنایا تھا۔

وقت کی اکائی ایک ثانیہ قرار پائی جو اوسط شمسی دن کا $\frac{1}{86400}$ ہے۔ اس میں سال بھر کا اوسط آگیا۔

۱۸۲۲ء میں فورئے نے یہ تبلایا کہ ثانوی یا ماخوذ مقداروں کو جب بنیادی مقداروں کی اضافت سے بیان کیا جاتا ہے تو ایک خاص نسبت حاصل ہوتی ہے، جس کو 'بعد[۴]' کہتے ہیں۔ چنانچہ اگر

[ط] = طول کی اکائی، [ک] = کمیت کی اکائی، [و] = وقت کی اکائی تو رفتار (یعنی اکائی مدت میں طے کردہ فاصلہ) یا طول کے ابعاد [ر] = $\frac{[ط]}{[و]}$ ہوں گے۔ یعنی رفتار کی اکائی میں طول کی اکائی ایک مرتبہ شامل ہے، کمیت کی اس میں کوئی اکائی نہیں اور وقت کی اکائی منفی ایک مرتبہ شامل ہے یعنی وہ نسب نما میں واقع ہوگی۔ اسی طرح دوسری مقداروں کے ابعاد

Ginneau ۳　Fabbroni ۲　Litre ۱

Dimension ۴

بھی دریافت کیئے گئے۔ اس سے طبیعی تحقیق میں مدد ملی اور آج بھی ان سے کام لیا جاتا ہے۔

۱۸۷۰ء میں سائنس کی دنیا میں یہ طے پایا کہ پیمائشوں کے لیئے بنیادی اکائی طول کی ایک سنٹی میٹر (1/100 میٹر)، کمیت کی ایک گرام (1/1000 کلو گرام) اور وقت کی ایک ثانیہ قرار دی جائے۔ ان اکائیوں سے دوسری ماخوذ اکائیاں حاصل ہوتی ہیں۔ سب کو ملا کر سنٹی میٹر گرام ثانیہ یا مختصراً س گ ث نظام کہتے ہیں۔ چنانچہ آجکل یہی سائنسی اور بین الاقوامی نظام بن گیا ہے۔

حرارت **حراری نظریہ**:۔ اس سے پیشتر بیان کیا جا چکا ہے کہ اٹھارھویں صدی کے آخر تک، عام لوگوں اور سائنس دانوں کا خیال بھی تھا کہ حرارت کا ایک سیال شے ہے جس کو حراریہ کہتے ہیں۔

اس حراری نظریے کے برخلاف علمبرداروں میں سب سے نمایاں نام بنجامن[1] ٹامسن المعروف بہ کاؤنٹ رمفورڈ[2] کا ہے۔

یہ شخص امریکہ کی ریاست مساچوسٹس[3] میں بمقام شمالی ووبرن ۱۷۵۲ء میں پیدا ہوا۔ یہ ایک غریب گھرانے کا لڑکا تھا۔ کوئی ۲ میل کے فاصلے پر ایک دوسرے بنجامن یعنی بنجامن فرینکلن کا مرزبوم تھا۔ دونوں میں کبھی ملاقات نہیں ہوئی۔ لیکن دونوں نے اچھی شہرت حاصل کی۔ بنجامن ٹامسن میں شوق تحقیق شروع ہی سے نمایاں تھا۔ اس کی ایک بیاض دستیاب ہوئی جس میں یہ اندراجات ہیں:۔

"بیان اس کا کہ برقی مشین تیار کرنے کے لئے میں نے کیا کیا۔ دو تین دن کا کام پہیے بنانے کے لئے۔ آدھے دن کا کام چھوٹا سا موصل بنانے کے لئے۔

Count Rumford or Benjamin Thomson [1]

North Woburn [2] Massachussets [3]

برق پیما کے نمونے کی تیاری۔"

ایک وقت وہ ہارورڈ کالج کے پروفیسر جان ونتھراپ[1] کے لکچر سننے کے لئے دوبرن سے کیمبرج تک ۸ میل پیدل گیا۔ ۱۹ سال کی عمر میں وہ ولمنگٹن[2] کے ضلع میں ایک مدرسہ کا مدرس ہوگیا۔

امریکہ میں جب جنگ آزادی شروع ہوئی تو یہ قدامت[3] پسند جماعت یعنی انگریزوں کے طرفداروں میں تھا۔ اس لئے اہل وطن اس کو وطن کا دشمن سمجھنے لگے۔ چنانچہ وہ گرفتار ہوا اور دوبرن میں نظر بند کر دیا گیا۔ لیکن آج تک کوئی ایسی شہادت ہم تک نہیں پہنچی جس سے معلوم ہوتا کہ ٹامسن نے کوئی فعل ایسا کیا جو وطن دوستی کے خلاف تھا یا ایسی کوئی تقریر کی۔ بہرصورت اپنے سیاسی خیالات کی وجہ سے اُسے امریکہ کو خیرباد کہنا پڑا۔ اس نے انگلستان میں آکر پناہ لی۔ اس وقت اس کی عمر ۲۲ سال کی تھی۔ اس کی شادی ہو چکی تھی اور ایک لڑکی بھی پیدا ہوگئی تھی۔ لیکن جاتے وقت وہ تنہا گیا۔ اور جہاں تک معلوم ہے اس نے اپنی بیوی کو کبھی خط تک نہیں لکھا۔ جتنا بڑا وہ سائنس داں تھا اتنا ہی وہ جذبات کی دنیا میں کورا تھا۔ کچھ عرصہ تک وہ جنگ میں انگریزوں کی طرف سے شریک رہا۔

انگلستان پہنچکر وہ دفتر نوآبادیات[4] میں افسر مقرر ہوگیا۔ ۱۷۷۷ء میں اس نے تجرباتی سائنس میں کام شروع کیا۔ چنانچہ مختلف اشیاء کی اتصالی[5] طاقت پر تحقیق کی۔ نیز آتش گیر یا بھک سے اُڑ جانے والی اشیاء پر بھی کام کیا۔ اس کے صلے میں وہ رائل سوسائٹی کا رفیق منتخب ہوا۔ اس کو چونکہ سپاہیانہ زندگی بہت پسند تھی اس لئے ۱۷۸۳ء میں وہ آسٹریا چلا گیا تاکہ اس جنگ میں شرکت کرے جو

---

[1] John Winthrop [2] Wilmington [3] Tory

[4] Colonial Office [5] Cohesive power

ترکوں سے ہونے والی تھی۔ لیکن یہ جنگ نہیں ہوئی۔ وہ امریکہ بھی گیا تھا۔ وہاں کچھ فوجی فرائض انجام دیئے۔ انگلستان واپس آیا تو اس کے صلے میں اس کو سر کا خطاب دیا گیا۔ جب جنگ ختم ہوگئی تو وہ بویریا[1] چلا گیا جہاں والیٔ بویریا کی ملازمت اختیار کرلی۔ ۱۷۹۰ء میں والی نے اس کو کاؤنٹ (نواب) بنا دیا۔ اس کے بعد وہ کاؤنٹ رمفورڈ کی حیثیت سے مشہور رہا۔ بویریا میں اس نے بہت ترقی کی یہاں تک کہ فوج کا سپہ سالار ہوگیا۔ اس کی طبیعت بہت جدت پسند واقع ہوئی تھی اور جوش عمل بھی بہت زیادہ تھا۔ اس نے بویریا کی فوج کی دوبارہ تنظیم کر ڈالی۔ اس نے جابجا فوجی مدرسے اور بندوقوں کے کارخانے کھولے۔ اور بڑے شہروں کے قرب و جوار میں دلدلوں کو خشک کرنے کے لئے اپنی انجنیری کی مہارت سے کام لیا۔

اس نے دیکھا کہ بویریا میں گداگر بہت ہیں تو اس نے قانون گداگری منظور کردیا۔ اس نے اُصول یہ رکھا کہ "ریاست کے لئے کام کرو تو ریاست تم کو رہنے کے لئے مکان، پہننے کے لئے کپڑا اور کھانے کے لئے غذا دے گی ورنہ نہیں"۔ چنانچہ اس نے صنعتی مدارس اور صنعت خانے کھولے۔ اس طرح کوئی ڈھائی ہزار گداگروں کا انتظام کیا۔ لیکن اخراجات بہت زیادہ ہونے لگے۔ تو اس نے اخراجات میں کفایت کی تدبیروں پر غور کرنا شروع کیا۔ چنانچہ اس نے ایسا لیمپ ایجاد کیا جو تھوڑے سے تیل سے بہت روشنی دیتا تھا۔ اس نے عام لوگوں کو طباخی یعنی کھانا پکانے کے فن میں بھی تعلیم دینا شروع کی۔ اس نے مقوی اور خوش ذائقہ کھانے بھی ایجاد کئے۔ ساتھ ہی طباخی کے مختلف سامان اور آلے تیار کئے۔ مثلاً ایسی انگیٹھیاں بنائیں جن میں کوئلہ کم صرف ہوتا تھا۔ غرض اس سے یہ تھی کہ زندگی زیادہ خوشگوار اور باکفایت گزرے۔ زراعت پر بھی اس نے توجہ کی اور لوگوں کو آمادہ کیا کہ آلو کو ایک غذا سمجھیں اور اس کی خوب

[1] Bavarea

کاشت کریں۔ گھوڑوں اور مویشیوں کی نسل میں بھی اصلاح کے طریقے اس نے بتلائے۔ غرضکہ ان تمام ایجادوں اور تحقیقوں کے صلے میں اس کو عوام و خواص سب کی طرف سے عزّت سے نوازا گیا۔

۱۷۹۰ء میں والیٔ بویریا کا انتقال ہوگیا تو وہ لندن چلا گیا۔ وہاں اس نے اپنے ذاتی صرفہ سے رائل[1] انسٹیٹیوشن کی بنیاد ڈالی۔ اس کے اغراض و مقاصد حسب ذیل تھے:۔

"علم کا پھیلانا، مفید میکانکی ایجادوں اور اصلاحوں کی اشاعت کرنا اور روزمرہ کی زندگی کے مقاصد کے لئے سائنس کے اطلاق کی تعلیم دینا۔"

یہ عجیب لطیفہ ہے کہ لندن کے رائل انسٹیٹیوشن کی بنیاد ایک امریکن کے ہاتھوں پڑی اور ادر واشنگٹن[2] میں جو اسمتھسونین[3] انسٹیٹیوشن ہے اس کی بنیاد ایک انگریز نے رکھی۔ رائل انسٹیٹیوشن آج بھی قائم ہے۔ ڈیوی اور فیراڈے کے کارناموں نے اس کو چار چاند لگا دیئے۔ آج اس انسٹیٹیوشن کی پروفیسری پر منتخب ہونا بہت بڑا اعزاز سمجھا جاتا ہے۔

۱۸۰۳ء میں رمفورڈ فرانس چلا گیا۔ وہاں اس نے کیمیاداں لاوازلے کی بیوہ سے شادی کرلی۔ لیکن جلد ہی طلاق بھی واقع ہوگئی۔ رمفورڈ نے ۱۸۱۴ء میں پیرس میں انتقال کیا۔

حرارت کی نوعیت:۔ اس کے بہت سے تجربوں میں سب سے زیادہ مشہور وہ تجربے ہیں جو اس نے ۱۷۹۸ء میں شائع کیے۔ ایک دن وہ میونش[4] کے اسلحہ خانے میں ایک توپ میں برمے سے سوراخ کررہا تھا تو اسے یہ دیکھکر سخت حیرت ہوئی کہ رگڑ کی وجہ

---

[1] Royal Institution　[2] Washington　[3] Smithsonian Institution　[4] Munich

سے توپ کا وہ حصہ جہاں سوراخ کیا جا رہا تھا بہت گرم ہو گیا۔ سوال پیدا ہوا کہ یہ حرارت کہاں سے آتی ہے اور اس کی نوعیت کیا ہے۔ اس نے ایک تجربہ اس طرح ترتیب دیا کہ توپ کی شکل کا پیتل کا ایک بڑا سا کندہ لیا۔ اس کے ایک سرے میں ایک گڑھا کر دیا۔ اس گڑھے میں اس نے فولاد کا ایک کند برما لگا دیا۔ برمے کے اوپر دس ہزار پونڈ کا دباؤ ڈالا۔ اس کے بعد اس نے اُن سب چیزوں کو ایک صندوق ڈال دیا جس میں ایک گیلن پانی بھرا تھا۔ اس پانی میں اس نے ایک تپش پیما رکھا۔ پھر پیتل کے اسطوانہ نما کندے میں اس نے دو گھوڑے جوت دیئے اور ان کو اس زور سے چلایا کہ وہ ایک منٹ میں ۳۲ چکر لگاتے تھے۔ جب اس نے گھوڑوں کو چلانا شروع کیا تو پانی کی تپش ۶۰° ف تھی۔ لیکن برما اور پیتل کے آپس میں رگڑ کھانے سے پانی جلد گرم ہونے لگا اور ایک گھنٹے میں ۴۷° بڑھکر تپش ۱۰۷° ف ہو گئی۔ ڈیڑھ گھنٹے بعد تپش ۱۴۷° ف تھی۔ اور ڈھائی گھنٹے گزرنے پر پانی فی الحقیقت جوش کھانے لگا۔

اس پر رمفورڈ لکھتا ہے کہ " جو لوگ تماشہ دیکھ رہے تھے اُن کے چہروں سے حیرت و استعجاب ظاہر ہو رہا تھا کہ اتنی بڑی مقدار پانی کی (کوئی ۱۸ ۳/۴ پونڈ) بغیر آگ کے گرم ہو گئی۔ اور بالآخر جوش کھانے لگی۔........ " مجھے اعتراف ہے کہ مجھکو طفلانہ مسرت سی حاصل ہوئی۔ حالانکہ ایک سنجیدہ فلسفی کی شہرت حاصل کرنا ہے تو ایسی مسرت کا مجھے بجائے اظہار کے اخفا کرنا چاہئے تھا۔" رگڑ سے جو حرارت پیدا ہو رہی تھی وہ ایسا معلوم ہوتا تھا کہ کبھی ختم نہ ہو گی۔ رمفورڈ نے یہی نتیجہ نکالا کہ حرارت حرکت کا نتیجہ ہے۔ لیکن اس کے دلائل قوی نہ تھے کیونکہ وہ صحیح پیمائش پر مبنی نہ تھے۔ چنانچہ وہ لکھتا ہے کہ "...... کوئی جسم یا جسموں کا کوئی نظام جس چیز کو غیر محدود طریقہ پر مہیا کر سکتا ہے وہ مادی شے نہیں ہو سکتی۔ اور میرے نزدیک اگر محال نہیں تو یہ امر بہ غایت دشوار ہے کہ کسی ایسی شئے کا تصور کیا جائے جو ان تجربوں کی طرح حرارت

پیدا کر سکے بجز اس کے کہ اس کو حرکت سمجھا جائے۔"

۱۸۰۴ء میں رمفورڈ نے ایک خط لکھا تھا اس میں یہ الفاظ تھے: "مجھے توقع ہے کہ میں اتنے عرصہ تک زندہ رہوں گا کہ فلوجسٹن کے ساتھ حراریہ کو بھی ایک ہی قبر میں دفن ہوتا دیکھوں۔" لیکن اس کی یہ توقع پوری نہیں ہوئی۔ کیونکہ پچاس برس بعد تک بھی اکثر اہلِ طبیعیات اور کیمیا حرارت کو ایک شئے سمجھتے رہے۔

رمفورڈ نے جو مشاہدات کئے اُن سے حرکت اور حرارت کا معادلہ[1] معلوم ہو سکتا ہے۔ اس نے پانی اور دھات (ظرف) کی حرارتی گنجائش[2] کو ۲۶،۵۸ پونڈ پانی کے مساوی سمجھا۔ ایک گھوڑے کے استعمال سے ۲½ گھنٹوں میں اتنی حرارت پیدا ہو سکتی ہے کہ پانی کی تپش ۳۲° سے ۲۱۲° ف ہو جائے۔ پس تپش کے اضافہ کی شرح ۱،۲° فی منٹ ہوئی۔ پس فی منٹ حرارت کی اکائیاں ۱،۲ × ۲۶،۵۸ یعنی ۳۱،۹۲ ہوئیں۔ پس یہی حرارت ایک ایسی طاقت یا ۳۳۰۰۰ فٹ پونڈ فی منٹ کے معادل ہے۔ لہٰذا حرارت کی ایک اکائی فارن ہائٹ درجوں میں ۱۰۳۴ فٹ پونڈ کے برابر ہوئی۔ جول نے یہ قیمت ۷۷۲ فٹ پونڈ حاصل کی۔

ڈیوی:- سر ہمفرے[3] ڈیوی ایک مشہور انگریز کیمیا داں تھا جو بہ مقام پنزنیس[4] ۱۷ دسمبر ۱۷۷۸ء کو پیدا ہوا۔ اس کا باپ رابرٹ[5] ڈیوی تھا۔ اس کی ماں ایک مقامی سرجن جان[6] ٹانکن کی متبنیٰ لڑکی تھی۔ جب رابرٹ کے معاملات خراب ہو گئے تو اس وقت ہمفرے کی عمر نو برس کی تھی۔ وہ اپنے نانا کے ساتھ رہنے لگا۔ لیکن جب رابرٹ نے ۱۷۹۴ء میں انتقال کیا تو نانا نے ہمفرے کو مشورہ دیا کہ وہ مقامی دوا

---

[1] Equivalence [2] Thermal Capacity
[3] Sir Humphry Davy [4] Penzance
[5] Robert Davy [6] John Tonkin

فروش کے یہاں اُمید وار ہوجائے ۔ کیونکہ مفرے کام کا زیادہ شایق نہ تھا بلکہ



اُسے مچھلی کے شکار اور آتشبازی سے زیادہ شوق تھا۔ لیکن باپ کے انتقال نے ڈیوی کی ذہنی قابلیتوں کو کچھ بیدار کردیا تھا۔ اس لئے وہ ایڈنبرا سے سند حاصل کرنا چاہتا تھا۔ وہ مقامی گرامر اسکول میں تعلیم پاتا تھا جس کو اس نے پندرہ برس کی عمر میں چھوڑ دیا۔ ایک سال تک اس نے کہتے ہیں کہ رندانہ زندگی بسر کی، گو اس کے سیرت نگار یہ نہیں بتلاتے کہ پندرہ سولہ سال کا نوجوان کیا رندانہ زندگی بسر کرسکتا ہے۔ بہرحال ۱۰ فروری ۱۷۹۵ء سے اس نے دوا فروش کے یہاں کام کرنا شروع کیا۔

اس کو کیمیا سے بے حد دلچسپی پیدا ہو گئی۔ اور یہ جلد مشہور ہو گیا کہ وہ تجربے انجام دینے میں بہت بے باک ہے۔ آکسفورڈ کے پروفیسر کیمیا کو جب اس کی خبر ملی تو اس نے سرپرستی کی۔ نتیجہ یہ ہوا کہ ڈیوی کو برسٹل[1] کے ایک ادارے کا نگراں مقرر کیا گیا جہاں مختلف گیسوں کے طبی خواص کی تحقیق کی ضرورت تھی۔ ۲ برس کے اندر ہی (۱۸۰۰ء میں) ڈیوی نے "نائیٹرس[1] آکسائڈ بہ حیثیت مخدر[1]" پر ایک مقالہ شائع کیا جس نے اُسے چار دانگ عالم میں مشہور کر دیا۔ چنانچہ ۱۸۰۱ء میں وہ رمفورڈ کی دعوت پر لندن کی رائل انسٹیٹیوشن میں کیمیا کا پروفیسر مقرر ہو گیا۔ ۱۸۰۳ء میں وہ رفیق منتخب ہوا۔ ۱۸۱۲ء میں اس کو سر کا خطاب ملا اور ۱۸۲۰ء میں وہ رائل انسٹیٹیوشن کا صدر بنایا گیا۔

ڈیوی ہر دلعزیز آدمی تھا اور سوسائٹی میں بھی اس کو اچھی حیثیت حاصل تھی۔ اس کے لکچر بہت مقبول تھے۔ کالرج[1] کہتا تھا "میں ڈیوی کے لکچروں میں اس لئے جاتا ہوں کہ اپنے استعاروں میں اضافہ کر سکوں"۔ اسی بنا پر شاید کہا جاتا ہے کہ اگر ڈیوی اتنا بڑا کیمیا داں نہ ہوتا تو شاید اپنے زمانے کے بڑے شاعروں میں سے ایک ہوتا۔ ڈیوی کے مزاج میں ذرا ترشی تھی۔ اور رائل انسٹیٹیوشن میں اپنے مددگار فیرڈے سے اس کو کچھ حسد سا تھا۔ ڈیوی کچھ عرصہ یورپ میں رہا۔ ۵۱ سال کی عمر میں اس نے ۲۹ مئی ۱۸۲۹ء کو بہ مقام جینوا انتقال کیا۔

جب کاؤنٹ رمفورڈ نے یہ نظریہ پیش کیا کہ حرارت حرکت سے پیدا ہوتی ہے تو حرارت کو شے ماننے والوں نے بڑی شدید مخالفت کی۔ لیکن ۱۷۹۹ء میں ڈیوی نے بالکلیہ رمفورڈ کی تصدیق کی۔ اس نے برف کے دو ٹکڑوں کو لیا اور آپس میں رگڑ کر

---

[1] Coleridge [1] Anasthetic [1] Nitrous Oxide [1] Bristol

دونوں کو پگھلا دیا۔ اُسے شُبہ ہوا کہ حرارت شاید ہوا میں سے آتی ہو۔ اس لئے اس نے ایک اور طریقہ پر تجربہ انجام دیا۔ اس نے برف کے ایک ٹکڑے کو ایک مشین میں رکھا۔ پھر مشین کے اندر کی ہوا پمپ کے ذریعہ نکال لی۔ مشین کو چلایا تو برف کے ٹکڑے سے مشین کے رگڑ کھانے سے برف پگھل گیا۔ اسی طرح اس نے خلا کے اندر دو دھاتوں کی رگڑ سے موم کو پگھلا دیا، اگرچہ تپش نقطۂ انجماد سے کم تھی۔

ظاہر ہے کہ حرارت برف سے نہیں آسکتی کیونکہ برف کی تپش ۰° م سے زیادہ نہیں ہوسکتی۔ اور نہ ہوا سے آسکتی ہے کیونکہ تجربہ خلا میں بھی کامیاب ہے۔ پس ڈیوی نے نتیجہ نکالا کہ رگڑ سے اجسام کے جسموں میں ارتعاش پیدا ہوتا ہے۔ اسی ارتعاش کا نام حرارت ہے۔ پس اس کے بعد سے حرارت کے لئے حراریہ کا نام ہمیشہ کے لئے متروک ہوگیا۔ گو آج ہم حرارت کی اکائی کو 'حرارّہ' کہتے ہیں

حرارت مخفی کا ذکر پہلے آچکا ہے لیکن ڈیوی کے تجربات اور نظریے نے اس کو اور واضح کر دیا۔ چنانچہ جب برف پانی بنتا ہے یا پانی بھاپ میں تبدیل ہوتا ہے تو ہر ایسی تبدیلیٔ حالت میں ہوتا یہ ہے کہ حرارت پہنچنے پر شئے کے ذرّات علیحدہ ہونے لگتے ہیں، لیکن چونکہ ان میں کشش اتصال ہے اس لئے اِدھر اُدھر حرکت کرنے لگتے ہیں۔ تپش جب بڑھتی ہے تو یہ حرکت اور زیادہ تیز ہوجاتی ہے اور اب ذرّے ایک دوسرے کی کشش سے نکل بھاگنے کی کوشش کرتے ہیں۔ یہ کیفیت بھاپ یعنی آبی بخار یا گیسی حالت میں زیادہ نمایاں ہوتی ہے۔ برخلاف اس کے ٹھوس حالت میں یہ ذرّے ایک دوسرے سے قریب تر ہوتے جاتے ہیں۔ پس ایک وقت ایسا آنا چاہئے کہ یہ دھکا پیلی بالکل بند ہوجائے اسی تپش کو "مطلق تپش" کہتے ہیں کیونکہ اگر ذروں میں حرکت بالکل بند ہوجائے

Calorie ۱؎

تو حرارت بھی نہیں ہو سکتی۔ یہ تپش مصنوعی ذرائع سے آجکل حاصل کر لی گئی ہے جو ۲۷۳٫۲-° م ہے۔

اس کے برخلاف ہم تپش کی کوئی بالائی حد نہیں مقرر کر سکتے۔ اگرچہ بعض بلند تپشیں دریافت کی گئی ہیں جن کا ذکر بے جا نہ ہوگا۔

جب ہم کہتے ہیں کہ لوہا "سُرخ گرم" ہو گیا تو اس کی تپش ۵۰۰° م کے قریب ہوتی ہے۔ اسی تپش پر کوئلہ جلتا ہے۔ جب لوہے کا چمٹا (ٹکڑا یا پترہ) "سفید گرم" ہو جاتا ہے تو اس کی تپش ۱۰۰۰° م سے اوپر ہوتی ہے۔ کاربن کی برقی قوس ۳،۵۰۰° م کی تپش رکھتی ہے۔ اور اندازہ ہے کہ سورج کی سطح کی تپش ۶۰۰۰° م ہے۔ کہا جاتا ہے کہ سورج کے مرکز کی تپش ۴۰،۰۰۰،۰۰۰° م (۴ کروڑ درجہ سنٹی گریڈ) ہے۔

اس کے جواب پر دو ایک پست تپشیں بھی بیان کی جا سکتی ہیں۔ مثلاً پارے کا نقطہ انجماد ۳۹-° م ہے۔ یا فارن ہائٹ پیمانے پر کوئی ۷۰- درجہ۔ اور ہائڈروجن گیس ۲۵۸-° م پر منجمد ہوتی ہے۔

صحیح تپش پیمائی:۔ جب تپشوں کا ذکر آیا تو مناسب معلوم ہوتا ہے کہ صحیح تپش پیمائی کے لئے جو تدبیریں اختیار کی گئیں اُن کا بھی ذکر کیا جائے۔

۱۸۲۲ء میں فلوگرگ[۱] نے ایک ایسا مشاہدہ کیا جس نے اس مقصد میں بہت مدد دی۔ یعنی اس نے یہ مشاہدہ کیا کہ سیابی تپش پیماؤں میں جو نقطہ صفر ہوتا ہے اس میں بتدریج تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ کیونکہ شیشہ جب بلند تپش تک گرم کیا جاتا ہے تو سرد ہونے پر اپنے اصلی حجم پر فوراً ہی واپس نہیں آجاتا۔ کچھ مدت گزرنے پر تپش پیما کے جوف کی گنجائش کم ہو جاتی ہے۔ شروع میں کمی ذرا تیز رہتی ہے پھر برسوں تک بہت آہستہ رہتی ہے۔ چنانچہ جول نے ۲۰ برس تک ایک نازک تپش پیما کی "صفری خواندگیاں"

---

[۱] Flaugergues

مشاہدہ کیں تو معلوم ہوا کہ اپریل ۱۸۴۴ء میں وہ ۰°ف تھی۔ ۲ برس بعد ۰ء۴۲°، ۲ برس بعد ۰ء۵۱°، ۵ برس بعد ۰ء۶۸°، ۳ برس بعد ۰ء۷۳°، ۴ برس بعد ۰ء۸۶°، ۷ برس بعد ۰ء۹۰°، ۳ برس بعد ۰ء۹°، ۳ برس بعد ۰ء۹۴°، اور ۴ برس بعد یعنی جنوری ۱۸۷۷ء میں ۰ء۹۷۸° تھی۔ نومبر ۱۸۷۹ء میں وہ ۰ء۹۹۴° تھی، اور دسمبر ۱۸۸۲ء میں ۱ء۰۲۰° تھی۔

اس زمانے میں یورپ میں کانچ یا شیشے پر تحقیق ہوئی تو پتہ چلا کہ سوڈیم یا پوٹاشیم ہو لیکن دونوں نہ ہوں تو وہ شیشہ معمولی شیشے کے نقائص سے بَری ہوتا ہے۔ یہ تحقیق بمقام ییناؔ دو شخصوں ڈیبےؔ اور شاٹؔ نے انجام دی۔ اسی لئے یہ شیشہ ییناؔ شیشہ کہلاتا ہے۔ اس سے سیمابی تپش پیماؤں کی صحت پانچ گنا بڑھ گئی۔

ہوائی تپش پیما سے سیمابی تپش پیماؤں کا سب سے پہلے محتاط مقابلہ ۱۸۱۵ء میں دولاںؔ اور پتیؔ نے کیا۔

الکسی تھیریس پتیؔ ۱۷۹۱ء میں فرانس میں پیدا ہوا۔ پیرس کے پالیٹکنکؔ اسکول میں عرصہ تک طبیعیات کا پروفیسر رہا۔ ۱۸۲۰ء میں اس نے انتقال کیا۔

پیرؔ لوئی دولان ۱۷۸۵ء میں پیدا ہوا۔ پتی کے انتقال کے بعد کچھ عرصہ تک اس کی جگہ پروفیسر رہا۔ شروع میں دولان مطب کرتا تھا۔ غریبوں کا علاج مفت کرتا تھا۔ بلکہ ان کو دوائیں بھی اپنے پاس سے دیتا تھا۔ اس کی وجہ سے مطب کا چلانا مشکل ہوگیا۔ جب اس نے طبیعیات کی طرف توجہ کی تو اس کی آمدنی کا بڑا حصہ اس کے قیمتی آلات جذب کر لیتے تھے۔ اس نے ۱۸۳۸ء میں انتقال کیا۔

وہ اکثر دوسروں کے ساتھ مل کر تحقیق کرتا تھا۔ چنانچہ پتی کے ساتھ بھی اس نے

Jena Glass ؎ Schott ؎ Wiebe ؎ Jena ؎

Polytechnic School ؎ Alexis Thérese Petit ؎

Pierre Louis Dulong ؎

کام کیا۔ ان دونوں نے یہ فرض کر لیا کہ تمام سیمابی تپش پیما ایک جیسے ہوتے ہیں۔ اس لئے اگر ایک تپش پیما کے لئے جدول تصحیح تیار کر لی جائے تو وہ سب کے لئے کام دے گی۔

لیکن رنیول نے اس مفروضہ کی غلطی واضح کی۔ آنری وکٹور رنیول ایک فرانسیسی سائنس داں تھا جو ۱۸۱۰ء میں پیدا ہوا۔ کچھ دنوں وہ لیونؔ میں پروفیسر رہا۔ پھر پیرس کے پالیٹکنیک اسکول میں پروفیسر ہو گیا۔ بعد میں کالج فرانس میں مقرر ہوا۔ ۱۸۵۴ء میں بمقام سیورؔے چینی (پورسلین) کے ایک کارخانے کا ناظم ہو گیا۔ ۱۸۷۸ء میں اس کا انتقال ہوا۔

رنیول کو صحیح پیمائش کرنے میں یدِطولیٰ حاصل تھا۔ اس نے تبلایا کہ تمام شیشوں کے پھیلاؤ کی شرحیں ایک نہیں ہوتیں حتیٰ کہ اگر ایک ہی شیشے کے دو تپش پیما بنائے جائیں اور بنانے میں کافی اور مساوی احتیاط کی جائے تو بھی ان میں بالکلیہ مطابقت نہیں ہوتی۔ چنانچہ رنیول نے ثابت کیا کہ ۰° اور ۱۰۰° م کے درمیان ہوائی اور سیمابی تپش پیماؤں میں بہت کچھ مطابقت پائی جاتی ہے۔ اگرچہ پیمانے کے وسط میں ہوائی تپش پیما ذرا پیچھے رہتا ہے۔ ۲۵۰° م پر سیمابی تپش پیما کافی آگے ہوتا ہے۔ ۳۰۰° م پر فرق ۱° کا ہوتا ہے لیکن ۳۵۰° م پر ۳° ہو جاتا ہے۔

صحیح تپش پیمائی کے سلسلے میں بہترین پیمائشیں وہ ہیں جو رولینڈ وغیرہ نے حرارت کے معادل حیلی کی دریافت کے سلسلے میں انجام دیں۔

حرارت کا بہاؤ:۔ اس صدی کے اوائل میں کوئلے کی کانوں میں دھماکے کثرت سے ہوا کرتے تھے۔ اور ان سے جان کا نقصان بھی کافی ہوتا تھا۔ اس کی وجہ سے کوئلہ کی کان کنی بہت خطرناک سمجھی جانے لگی۔ لوہے اور فولاد کے کارخانے کھل چکے تھے۔ بھٹیوں کے لئے کوئلہ ضروری تھا۔ کوئلہ کانوں میں تھا۔ کانیں خطرناک

Sevres ؎ Lyons ؎ Henry Victor Regnault ؎

تھیں۔ کارخانے جابجا کُھل رہے تھے۔ کوئلہ کی مانگ بڑھ رہی تھی۔ اس لئے کارخانے دار، مزدور، عوام سب کے سب پریشان تھے کہ ان دھماکوں پر کیونکر قابو حاصل کیا جائے۔

ان دھماکوں کی حقیقت یہ تھی کہ کانوں کے اندر ایک گیس ہوتی ہے جس کو کان کن اگنؔ گیس کہتے ہیں۔ اس کو دلدلی گیس بھی کہتے ہیں کیونکہ یہ دلدل کو چھیڑنے سے نکلتی ہے۔ یہ کاربن اور ہائیڈروجن کا ایک مرکب ہے جس کا کیمیائی نام "میتھین" ہے۔ یہ بہت زیادہ آتش گیر ہے۔ جب کافی ہوا سے مل کر اس میں دھماکہ پیدا ہوتا ہے تو اس سے کاربن ڈائی آکسائڈ اور پانی پیدا ہوتا ہے۔ ساتھ ہی ساتھ کاربن مانا کسائڈ بھی پیدا ہوتی ہے جو بہت زہریلی گیس ہے۔ کبھی یہ دونوں گیسیں مل کر نکلتی ہیں۔ اس آمیزے کو کان کن دم گھٹؔ گیس کہتے ہیں۔ یہ دونوں گیسیں ہوا سے آکسیجن کو نکال دیتی ہیں، جو سانس کے لئے ضروری ہے۔ دوسرے یہ کہ ایک گیس زہریلی ہے۔ علاوہ ازیں دھماکوں سے در و دیوار کو نقصان پہنچتا ہے اور بھاگنے کا راستہ بھی بند ہو جاتا ہے۔

دوسرا سبب ان دھماکوں کا کوئلے کا چورا ہے۔ قاعدہ ہے کہ جتنی چیزیں جل سکتی ہیں اُن کو اگر چورے کی شکل میں لیا جائے تو وہ بھک سے اُڑ جانیوالی بن جاتی ہیں۔ ظاہر ہے کہ کانوں میں لمپ بھی استعمال ہوتے تھے، کیونکہ بغیر اُن کے کام نہ کیا جا سکتا تھا۔ اب شعلہ بغیر کسی پناہ کے ہو تو دونوں میں سے کسی ایک سبب کی وجہ سے دھماکا پیدا ہو جاتا تھا جس سے جان و مال کا اتلاف ہوتا تھا۔

دھماکوں کے اعتبار سے ۱۸۱۵ء نہایت ہی برا سال تھا۔ کوئلے کی کانوں میں اتنے دھماکے ہوئے کہ کانوں کے مالک جواس باختہ ہو گئے۔ بالآخر اُنھوں نے

ل Methane یا Marshgas یا Fire damp

ؔ Choke damp

ڈیوی سے مدد چاہی۔ ڈیوی نے فوراً لبیک کہا اور کوئی دو ہفتوں کے اندر اپنا مشہور و معروف "حفاظتی لمپ" ایجاد کیا جس نے ہزاروں جانیں بچادیں۔

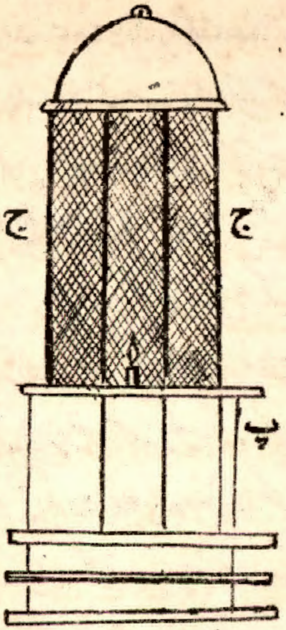
لمپ جس اُصول پر مبنی ہے وہ بہت سادہ ہے۔ ذیل کی مثال سے وہ بخوبی واضح ہو جائے گا۔

تانبے کی تار کی جالی کا ایک ٹکڑا لو اور اس کو ایک گیسی شعلے کی نلی سے ذرا اوپر رکھو۔ گیس کھول کر شعلہ جلا دو لیکن جالی کے نیچے جلاؤ۔ شعلہ جالی میں سے نکل کر اوپر نہیں آتا۔ لیکن اگر جالی اوپر نیچے کی جائے تو شعلہ بھی بڑھتا گھٹتا ہے۔ اب شعلہ کو گُل کر دو۔ دوبارہ جالی کو رکھو لیکن اس مرتبہ گیس کھولنے کے بعد دیا سلائی جالی کے اوپر لگاؤ۔ اب شعلہ جالی کے اوپر رہے گا نیچے نہ اُترے گا۔ جالی کو دو ایک انچ اوپر اُٹھانے پر بھی شعلہ نیچے نہیں اُترتا۔

اس کی توجیہ یہ ہے کہ تانبا حرارت کا بڑا اچھا موصل ہے اور چونکہ جالی کی سطح کافی ہے اس لئے حرارت کافی اچھی طرح تقسیم ہو جاتی ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ تپش اتنی نہیں ہونے پاتی کہ گیس شعلہ پکڑ سکے۔ لیکن چونکہ گیس جالی میں سے بآسانی گزر جاتی ہے اس لئے اس کے اوپر شعلہ روشن ہو جاتا ہے۔

ٹھوسوں میں یہ عمل ایصال حرارت کہلاتا ہے۔ پس ٹھوسوں میں حرارت کا بہاؤ اسی عمل ایصال سے ہوتا ہے۔ دھاتیں بالعموم اچھی موصل ہوتی ہیں۔ بنا بریں ڈیوی نے یہ مشورہ دیا کہ کانوں میں جتنے لمپ استعمال کئے جائیں سب پر باریک تار کی جالی حسب شکل ۱۴۴ چڑھا دی جائے۔ اب شعلہ پذیر گیس اس جالی کے اندر داخل ہوگی جالی کے اندر شعلہ روشن ہے۔ اس لئے گیس جل اُٹھے گی۔ لیکن چونکہ جالی چاروں طرف

Conductional



شکل ۱۴۴

چڑھا دی گئی ہے اس لئے شعلہ باہر نہ نکل سکے گا۔ اور باہر کی یعنی کان کی اندر کی گیس کو نہ جلا سکے گا۔ دوسرے لمپ کے اندر اگن گیس کے جلنے سے یہ پتہ بھی چل جائے گا کہ یہ بے رنگ اور بے بو گیس کان کے اندر موجود ہے۔ لمپ کا پائدان پ بالعموم شیشہ بند رہتا ہے تاکہ کافی روشنی بہم پہنچ سکے۔

ڈیوی کا یہ چراغ فوراً استعمال میں آگیا۔ اس میں پوری پوری کامیابی ہوئی۔ پھر ایسا چلا کہ آج تک چلا آتا ہے۔ کان کے شکر گزار مالکوں نے اس کو سونے کی ایک لوح تحفہ دی۔ اس کے علاوہ اس ایجاد کا اُسے کوئی معاوضہ نہیں ملا۔ اس کے ایک دوست نے کہا بھی کہ اس کا حق محفوظ کرا لیا ہوتا تو ہزاروں پونڈ سالانہ کی آمدنی ہوتی۔ اس پر ڈیوی نے جو جواب دیا وہ لائق آفرین ہے۔ اس نے کہا کہ "نہیں میرے دوست میرے ذہن میں کبھی اس کا خیال نہیں آیا۔ میری نیت انسانیت کی خدمت کی تھی۔ اگر میں اس میں کامیاب ہو گیا تو میرے لئے یہی معاوضہ کافی ہے کہ میں نے بنی نوع انسان کی خدمت کی ہے۔"

ٹھوسوں میں سے حرارت کے بہاؤ پر یوسف فورلے (۱۷۶۸ء۔ ۱۸۳۰ء) نے ریاضیاتی اعتبار سے تحقیق کی۔ جس کو اس نے ۱۸۲۲ء میں ایک کتاب کی شکل میں شائع کیا۔ ریاضیاتی طبیعیات کی تاریخ میں اس کو ایک نمایاں مقام حاصل ہے۔ اس سے تجرباتی تحقیق کے بھی راستے کھلے۔ فورلے کے نزدیک کسی شے کی حرارتی

Thermal Conductivity ¹ Joseph Fourier ²

موصلیت تمام تپشوں پر مستقل تھی۔ لیکن ایڈنبرا کے پروفیسر جیمس ڈیوڈ فاربس (۱۸۰۹ء۔ ۱۸۶۸ء) نے یہ ثابت کیا کہ یہ خیال صحیح نہیں ہے۔ چنانچہ اس نے بتلایا کہ ۰° سے ۱۰۰° تک لوہے کی موصلیت ۱۵٫۹ فیصد اور تانبے کی ۲۴٫۵ فیصد گھٹ جاتی ہے۔ اُسے یہ بھی معلوم ہوا کہ برقی موصلیت میں کمی واقع ہوتی ہے

گیسی کلیے انیسویں صدی کے شروع میں گیسی کلیوں کا مطالعہ اچھی طرح سے کیا گیا۔ دباؤ مستقل رہے تو ہوا کے پھیلاؤ کی شرح کی قیمت امنتون نے تقریبی طور پر حاصل کی تھی۔ لیکن اٹھارھویں صدی کے کوئی بیس طبیعیات دانوں نے جو قیمتیں حاصل کی تھیں اُن میں فرق بہت تھا۔

سب سے پہلے جس شخص نے کلیہ کو موجودہ شکل میں بیان کیا وہ ایک فرانسیسی ژاک[1] الکساندر سیزار شارل (۱۷۴۶ء۔ ۱۸۲۳ء) تھا جس کو عام طور پر انگریزی میں چارلس کہتے ہیں۔ اسی لئے اس کلیہ کو "چارلس کا کلیہ" کہتے ہیں۔ چارلس پیرس میں طبیعیات کا پروفیسر تھا۔ چارلس نے اپنے نتائج شائع نہیں کئے۔

اس سلسلے میں کام کرنے والا ایک اور شخص یوسف[2] لوئی گے لوساک (۱۷۷۸ء۔ ۱۸۵۰ء) تھا۔ اس کی تعلیم پالیٹکنیک اسکول میں ہوئی۔ پھر وہ کیمیا داں برتھولے کا مددگار ہوگیا۔ بعد میں سار[3]بون (واقع فرانس) کے مدرسہ طبیعیات میں کیمیا کا پروفیسر ہوگیا۔ جان ڈالٹن اور رینول نے بھی اس موضوع پر کام کیا۔

ڈالٹن اور گے لوساک کی تحقیقات ۱۸۰۲ء میں شائع ہوئیں۔ گے لوساک کے نزدیک سابق کے تجربوں میں اختلاف کا سبب رطوبت کی موجودگی تھی۔ چارلس نے یہ دریافت کیا کہ عام گیسوں کے لئے پھیلاؤ کی شرح عملاً ایک ہی ہوتی ہے۔ ڈالٹن

---

[1] Jacques Alexander César Charles

[2] Joseph Louis Gay-Lussac　[3] Sorbonne

اور گے لوساگ کی تحقیق سے معلوم ہوا کہ دباؤ مستقل رہے تو تپش کے ہر ۱°م کے اضافہ پر ہوا کا حجم ۰°م والے حجم کا $\frac{۱}{۲۶۷}$ بڑھ جاتا ہے۔ لیکن ڈالٹن اور گے لوساک میں قدرے اختلاف تھا۔ گے لوساک کے نزدیک فی درجہ پھیلاؤ کسی معینہ تپش پر کے حجم کی ایک مستقل کسر ہوتا ہے۔ ڈالٹن یہ کہتا تھا کہ تپش ماقبل کے حجم کی ایک مستقل کسر ہوتا ہے۔ اس قضیہ کا فیصلہ دولاں اور پتی نے گے لوساک کے حق میں کیا۔ اس شرح کی قیمتیں ۰°م تا ۱۰۰°م کے درمیان مختلف لوگوں نے دریافت کیں۔ چنانچہ ڈالٹن اور گے لوساک نے قیمت ۰٫۳۷۵ حاصل کی، اپسالا[1] کے پروفیسر فریڈرک[2] رڈبرگ (۱۸۰۰ء-۱۸۳۹ء) نے ۱۸۲۷ء میں ۰٫۳۶۵ قیمت حاصل کی اور میگنس اور رنیول نے ۰٫۳۶۶ اور ۰٫۳۶۰ کے درمیان۔

رنیول نے بعد میں مزید تحقیق کی اور ثابت کیا کہ تمام گیسوں کے پھیلاؤ کی شرح بالکل ایک نہیں ہے۔ نیز یہ کہ سوائے ہائڈروجن کے باقی تمام گیسوں کے لئے شرح ابتدائی دباؤ کے ساتھ بڑھتی ہے۔ اس نے یہ بھی بتلایا کہ سب گیسیں پورے طور پر بائل کے کلیہ کا اتباع نہیں کرتیں۔

رنیول نے تجربوں کے ذریعہ یہ دکھلایا کہ جب دباؤ بڑھتا ہے تو دباؤ اور حجم کا حاصل ضرب سوائے ہائڈروجن کے تمام گیسوں کے لئے گھٹ جاتا ہے۔ اگر کلیہ بائل کا پورا اتباع ہوتا تو اس حاصل ضرب کو مستقل ہونا چاہئے تھا۔ لیکن رنیول کے تجربوں میں دباؤ نسبتاً محدود تھے۔

یوحنا[3] اگست ناٹرر ویانا کا ایک طبیب تھا۔ وہ آکسیجن، ہائڈروجن اور ہوا کو مائع بنانے کی کوشش کر رہا تھا۔ ۱۸۵۰ء سے ۱۸۵۲ء تک وہ اس میں مصروف

Fredrik Rudberg [2] upsala [1]

Cailletet [4] Joh. August Natterer [3]

رہا۔ اُسے یہ پتہ لگا کہ رینول کے دباؤ کی حدود سے باہر تمام دباؤوں کے لئے دباؤ کے بڑھنے پر دباؤ اور حجم کا حاصل ضرب گھٹتا نہیں۔ بلکہ وہ اقل قیمت کو پہنچتا ہے۔ اس کے بعد پھر بڑھتا ہے۔ بیس برس تک کسی نے اس پر توجہ نہیں کی۔ ۱۸۷۰ء میں کیلیتے (۱۸۳۲ء - ۱۹۰۵ء) اور ایماگیٹ (۱۸۴۱ء - ۱۹۱۵ء) نے اس موضوع پر تجربے انجام دیئے۔ ایمگٹ کے تجربوں سے بالخصوص یہ پتہ چلا کہ دباؤ ۳۰ ایٹما سفیر سے ۳۲۰ ایٹما سفیر تک بڑھے تو حاصل ضرب ہائڈروجن کے لئے مسلسل بڑھتا ہے۔ نائٹروجن کے لئے پہلے وہ ذرا سا گھٹتا ہے پھر، ۷۰ام پر بڑھتا ہے۔ ایتھیلین اور کاربن ڈائی آکسائڈ کے لئے پہلے وہ بہت گھٹتا ہے پھر تیزی سے بڑھ جاتا ہے۔

اس تمام تحقیق کا خلاصہ یہ نکلا کہ گیس کے حجم کو اس کی تپش مطلق کے متناسب ہونا چاہیئے۔ پس اگر

د = گیس کا دباؤ ح = گیس کا حجم ، ط = تپش مطلق تو

دح = ر ط جہاں ر = ایک مستقل جس کو گیسی مستقل کہتے ہیں۔

اس طرح سے بیان کرنے میں بائل اور چارلس کے کلیئے ایک ہی کلیے کے تحت آگئے۔ اگر ایک ہی تپش اور دباؤ پر تمام گیسوں کے مساوی حجم لئے جائیں تو مستقل ر کی قیمت سب کے لئے ایک ہی رہتی ہے۔ لیکن بجائے حجم کے مساوی کمیتیں لی جائیں تو پھر مستقل ر سالمی وزن کے بالعکس متناسب ہوتا ہے۔

<u>ہوا کے بالائی طبقے</u>۔ چارلس نے گیسوں کا جو مطالعہ شروع کیا تھا تو اس کا سبب اصلی یہ تھا کہ اس کو غبارہ بازی اور غبارہ سازی سے بہت شوق تھا۔ اس سلسلے میں اس نے بہت سی اصلاحیں کیں۔ اس کی رائے کے مطابق غباروں میں ہائڈروجن بھری جانے لگی جس کو ہنری کیونڈش نے ۱۷۶۶ء میں دریافت

Amagat ؎۲ Cailletet ؎۱

کیا تھا اور جو اس وقت ایک نئی گیس سمجھی جاتی تھی۔ ۱۷۸۳ء میں مانٹ گولفیر[1] برادران نے سب سے پہلا غبارہ جنوبی فرانس میں اُڑایا تھا۔ اس میں گرم ہوا استعمال کی تھی۔ اس پرواز نے ایک سنسنی پیدا کر دی تھی۔ ۱۷۸۳ء میں پیرس سے چارلس نے مستری رابرٹ کی مدد سے پہلا ہائڈروجن غبارہ اُڑایا۔ بعد میں دونوں نے متعدد پروازیں کیں۔

گے لوساک کو بھی اس سے دلچسپی تھی۔ ہوا کے بالائی طبقوں کی کیمیائی اور برقی حالت معلوم کرنے کے لئے نیز بڑی بلندیوں پر ارضی مقناطیسیت کی قوت کو پیمائش کرنے کی غرض سے اس نے بیو[1] کی ہمراہی میں ایک غبارہ میں پرواز کی جو نیپولین کی مصری مہم سے بچ رہا تھا۔ غبارے میں بادپیما، تپش پیما، رطوبت پیما اور برق پیما کی کافی تعداد موجود تھی۔ مقناطیسی قوت اور میلان کی پیمائش کے لئے آلات تھے۔ نیز گلوانی تجربوں کے لئے مینڈک، کیڑے اور پرندے تھے۔ یہ ہوائی سفر ۲۳ راگست ۱۸۰۴ء کو شروع ہوا۔ ۶۵۰۰ فٹ کی بلندی پر اُنھوں نے اپنے تجربے شروع کئے۔ ۱۳۰۰۰ فٹ کی بلندی تک جاری رکھے۔ ان کو اس میں حسب دلخواہ کامیابی ہوئی۔ واپسی پر اُترتے وقت کچھ اس قسم کی کیفیت پیدا ہوئی کہ بیو باوجود جری ہونے کے کچھ عرصے کے لئے بے ہوش سا ہو گیا۔ گے لوساک نے اسی سال دوسری پرواز کی۔ ۲۳۰۰۰ فٹ کی بلندی پر جو ہوا لی گئی اس کا قوام بھی ویسا ہی تھا جیسا کہ زمین کی سطح پر۔

فیرڈے

اب یہاں مناسب معلوم ہوتا ہے کہ ایک ایسے شخص کے حالات بیان کر دیئے جائیں جس کے کارناموں سے ہمیں بہت کچھ سابقہ پڑے گا۔ ہماری مراد میکائیل فیرڈے[2] سے ہے۔

لندن کے قریب ایک گاؤں کلیپھم[2] نامی ہے جو فیرڈے کا آبائی وطن تھا

Biot [1] Montgolfier [1]

Clapham [2] Michael Faraday [2]



اس کا باپ جیمس فیریڈے اپنے باپ کی دس اولادوں میں سے ایک تھا۔ وہ لوہار کا کام سیکھتا تھا۔ ۱۷۸۶ء میں اس نے ایک کسان کی لڑکی سے شادی کرلی۔ پھر مع بیوی کے وہ لندن چلا گیا تاکہ وہاں اپنے نام سے کاروبار کرے۔ چنانچہ اس نے دریائے ٹیمس کے جنوب میں ایک مقام پر لوہار کی دوکان کھول لی۔ وہاں دو سڑکیں آکر ملتی تھیں گھوڑوں کو نعلبندی کی ضرورت ہوتی تھی اور گاڑیوں کی مرمت کی۔ جس مکان میں وہ رہتا تھا وہ کچھ زیادہ دور نہ تھا۔ گو آج اس کا نشان نہیں ملتا۔ اسی مکان میں میکائیل فیریڈے ۲۲ ستمبر ۱۷۹۱ء کو پیدا ہوا۔ وہ تیسرا بچہ تھا۔ جیمس فیریڈے محنتی تو تھا لیکن اسکی صحت اچھی نہ تھی۔ اس لئے اس کا کاروبار چمکا نہیں۔ مالی حالت بہت خراب ہوگئی اور بالآخر ۱۸۱۰ء میں اس نے سفر آخرت اختیار کیا۔ مسز فیریڈے نے کرایہ دار رکھنا شروع کئے تاآنکہ اس کے بیٹے کمانے کے قابل ہوگئے۔ چنانچہ جب میکائیل نے کافی آمدنی پیدا کرلی تو کلیتہً ماں کا کفیل ہوگیا۔ اس نے ۱۸۳۸ء میں انتقال کیا۔ وہ

خوش قسمت تھی کہ اس نے اپنی زندگی میں اپنے بیٹے کو بام شہرت پر دیکھ لیا۔
خاندان پر افلاس طاری تھا لیکن فیریڈے مقامی اسکول میں جاتا رہا اور تھوڑا بہت لکھنا پڑھنا اُسے آہی گیا۔ مذہب کے معاملے میں اس کا باپ اپنے اُصولوں کا سختی سے پابند تھا۔ یہی وجہ تھی کہ فیریڈے کو محنت پسندی، دیانت، راستبازی، اور اخلاقی بلند معیار ورثہ میں ملے۔

پانچ اور تیرہ برس کی عمر تک کے حالات فیریڈے کے ہمیں کچھ زیادہ نہیں معلوم ہیں۔ جب وہ تیرہ برس کا ہوگیا تو وہ بلانڈفورڈ اسٹریٹ میں ایک کتاب فروش مسمیٰ جارج ریبو کے یہاں ملازم ہوگیا۔ دوکان پر اخبارات بھی فروخت ہوتے تھے — فیریڈے کا کام یہ تھا کہ اتوار کو اخبارات صبح سویرے تقسیم کردیا کرے۔ اسے یہ اندیشہ اکثر رہتا تھا کہ گرجا جانے میں دیر ہوجائے گی۔ ریبو کی دوکان نیک نام تھی۔ اس کے یہاں اچھے اچھے گاہک آتے تھے۔ اُن سے فیریڈے کو ملنے کا موقع ملتا تھا۔ چنانچہ ایک فرانسیسی فن کار ماسکیریے دوکان کے بالاخانے میں کرایہ سے ٹھیرا۔ وہ ایک پناہ گزین تھا۔ اور اچھی حیثیت کا مالک تھا۔ فرانس چھوڑنے سے قبل اس نے نپولین کی شبیہ بنائی تھی۔ فیریڈے اس کے کمرے کو جھاڑتا اور بوٹ پالش کیا کرتا تھا۔ ماسکیریے کو فریڈے سے کچھ انس سا ہوگیا۔ چنانچہ اس نے فیریڈے کو مصوری کے کچھ ابتدائی سبق دیے۔ جب فیریڈے کو سائنس کے لکچروں کے نوٹ تیار کرنے پڑے تو یہ سبق شکلوں کے بنانے میں کام آئے۔ ڈیوی کو بھی ایک فرانسیسی پناہ گزین سے سابقہ پڑا تھا۔

فیریڈے نے جلدبندی کا کام سیکھا اور جتنی کتابیں اس کے ہاتھوں سے گزرتی تھیں سب کو پڑھنے کا موقعہ نکال لیا کرتا تھا۔ ایک مرتبہ جلدبندی کے لئے ایک

ا‌ے George Rebeau　　ا‌ے Masquerier

انسائیکلوپیڈیا آئی۔ اس میں برق پر مضمون دیکھ کر فیریڈے کو سائنس سے دلچسپی پیدا ہوئی اُسے خاص طور سے مسز مارسٹ کے "مکالمات کیمیا" بہت پسند آئے۔ ریبو نے اس کو یہ اجازت دیدی کہ اپنے مکان نمبر ۵۲ ڈارسٹ اسٹریٹ میں مسٹر ٹیٹم[1] شام کو طبعی فلسفہ پر جو لکچر دیا کرتے ہیں اُن میں جایا کرے۔ لکچر ۸ بجے شب میں ہوتے تھے۔ دن بھر فیریڈے کام کرتا تھا اور شام کو وہاں جاتا تھا۔ ہر لکچر کی فیس ایک شلنگ تھی۔ فیریڈے کا بھائی رابرٹ جو تین برس بڑا تھا وہ لوہار تھا۔ وہ فیریڈے کی فیس ادا کیا کرتا تھا۔ اس وقت اس کی عمر اُنیس سال کی تھی۔

ریبو کے سرپرستوں میں ایک شخص مسٹر ڈانس[2] تھا، جو رائل انسٹیٹیوشن کا رکن تھا وہ فیریڈے کے شوق سائنس سے بہت متاثر ہوا۔ چنانچہ اس نے یہ مہربانی کی کہ ڈیوی کے لکچروں کے ٹکٹ فیریڈے کو دلوا دیے۔ ڈیوی کے یہ آخری لکچر تھے۔ کل چار لکچر ہوئے۔ ڈیوی کے ان لکچروں کو سن کر فیریڈے مسحور سا ہوگیا۔

یہ واقعہ ۱۸۱۲ء کا ہے۔ اسی زمانے میں فیریڈے نے ریبو کی ملازمت ترک کردی اور ایک فرانسیسی مقیم لندن مسمی دی لاراش[3] نے فیریڈے کو بسفری جلد بندکی حیثیت سے رکھ لیا۔ دی لاراش ایک قومی جذبات کا شخص تھا لیکن فیریڈے کو وہ پسند کرتا تھا یہاں تک کہ اس نے کہہ دیا کہ اگر میرے ساتھ رہو تو تم کو اپنا وارث بنا دونگا۔ لیکن فیریڈے کو یہ کام کچھ پسند نہ آیا۔ چنانچہ بعد میں وہ کہتا ہے "میری تمنا یہ ہے کہ تجارت سے نجات پا جاؤں جس میں میرے نزدیک شر اور خودغرضی ہے اور سائنس کی خدمت میں داخل ہو جاؤں جو اپنے طالبوں کو خوش مزاج اور فراخ دل بنا دیتی ہے"۔

فیریڈے کو جلد بندی کے کام سے نفرت ہوگئی اور وہ چاہتا تھا کہ کوئی ایسی صورت نکلے کہ کاغذ جوڑنے اور شیرازہ باندھنے سے نجات ملے۔ اس کا کوئی یارو

---

[1] Tatum [2] Dance [3] De la Rouche

مددگار نہ تھا۔ مسٹر ڈانسن نے ڈیوی کے لکچروں تک پہنچا کر منھ موڑ لیا۔ لیکن فیریڈے نے ہمت نہ ہاری۔ اس نے تہیہ کیا کہ سر ڈیوی کو براہِ راست لکھے۔ چنانچہ اس نے ایک خط لکھ بھیجا۔ خط میں اپنی تمناؤں کا اظہار کیا اور یہ توقع ظاہر کی کہ موقعہ آئے تو خیال رکھا جائے۔ ساتھ ہی جو نوٹ لکچروں کے لئے تھے وہ بھی روانہ کر دیئے۔ اور ان کو ایک بڑی خوبصورت جلد میں بنا کر بھیجا تاکہ جلد بندی کا کمال بھی ظاہر ہو سکے۔

جب یہ خط ڈیوی کے پاس پہنچا تو اس نے ڈبلیو ایچ پیپس؎ کو وہ خط دکھایا جو انسٹیٹیوشن کے بانیوں میں سے تھا۔ اور کہا "میں کیا کروں؟ میرے پاس ایک خط ایک نوجوان مسمی فیریڈے کے پاس سے آیا ہے۔ اس نے میرے لکچر سُنے ہیں اور چاہتا ہے کہ انسٹیٹیوشن میں اُسے جگہ دیدوں۔ بتلایئے کیا کروں؟"۔ پیپس نے جواب دیا "بوتلیں وغیرہ دھونے کے واسطے اُسے رکھ لیجئے۔ اگر وہ کسی کام کا ہے تو فوراً آمادہ ہو جائے گا۔ اگر انکار کرے تو کسی کام کا نہیں۔" اس پر ڈیوی نے کہا "نہیں، نہیں، ہمیں اس سے بہتر کام اُسے دینا چاہئے۔"

۱۸ر مارچ ۱۸۱۳ء کو مجلس منتظمین کے سامنے ڈیوی نے ان الفاظ میں سفارش کی:-

"سر ہمفری ڈیوی کو منتظمین کی خدمت میں یہ اطلاع دینے کی عزت حاصل ہے کہ اس انسٹیٹیوشن میں ولیم پین کی جو جگہ تقرر طلب ہے اس پر ایک شخص تقرر کا درخواست گزار ہے۔ اس کا نام میکائیل فیریڈے ہے۔ اس کی عمر ۲۲ سال ہے۔ جہاں تک سر ہمفری ڈیوی کو علم ہو سکا ہے درخواست گزار اس جگہ کے لئے بہت موزوں معلوم ہوتا ہے۔ اس کی عادتیں اچھی ہیں، وہ خوش مزاج ہے، اس میں چستی اور ذہانت ہے۔ وہ اس پر رضامند ہے کہ ان شرائط پر ملازمت قبول کرے جو مسٹر پین کے ساتھ مرعی تھیں۔"

؎ W. H. Peps

مجلس نے طے کیا کہ

"مسٹر پین کی خالی کردہ جگہ پر سابقہ شرائط پر میکائیل فیریڈے کو مقرر کیا جائے۔"

پس خط بھیجنے کے کچھ دن بعد ایک روز شام کو فیریڈے کپڑے بدل رہا تھا، تو اس کی مسرّت کی انتہا نہیں رہی جب اس نے دیکھا کہ ایک گاڑی اس کے دروازے پر آکر کھڑی ہوئی۔ اس میں سے ڈیوی کا اردلی اُترا جس نے ایک لفافہ دیا جس میں فیریڈے کی طلبی تھی۔ چنانچہ دوسرے دن وہ گیا اور ڈیوی سے ملا۔ اس کا تقرر ہوگیا۔ اس کے فرائض یہ تھے کہ انسٹیٹیوشن کے پروفیسروں اور لکچراروں کے لئے بطور مددگار تجربہ خانہ کام کرنا، ان کے لکچروں کے لئے سامان درست کرنا، پھر ان کو صاف کرکے رکھ دینا۔ تنخواہ ۲۵ شلنگ فی ہفتہ مقرر ہوئی۔ رہنے کو دو کمرے بالاخانے پر دیئے گئے۔

فیریڈے کے لئے ترقی کے زینہ کا یہ پہلا قدم تھا۔ اس زینے پر وہ برابر قدم اُٹھاتا رہا، یہاں تک کہ کوئی قدم اُٹھانے کو باقی نہیں رہا۔ اس نے ڈیوی پر یہ ثابت کر دیا کہ اس سے بڑھ کر کوئی پرجوش کام کرنے والا نہیں ہے۔ چند ہی ہفتے گزرے ہوں گے کہ ڈیوی پر فیریڈے کی ذہانت اور فطانت روشن ہوگئی چنانچہ فیریڈے اب ڈیوی کا مددگار اور معتمد بھی بن گیا۔ اس کے کچھ عرصہ بعد کسی نے ڈیوی سے پوچھا کہ آپ کا سب سے بڑا انکشاف کیا ہے؟ تو ڈیوی نے فوراً جواب دیا کہ "میکائیل فیریڈے"۔

چھ ماہ بعد فیریڈے ایک خط میں لکھتا ہے کہ:-

"میں گھر سے تقریباً دن رات غائب رہتا ہوں، لیکن اس کی وجہ بتلاتا ہوں۔ میں پہلے کتب فروش اور جلد ساز تھا۔ لیکن اب فلسفی[1] ہوگیا ہوں۔ اس کی صورت

[1] اس زمانے تک اہل سائنس سب فلسفی کہلاتے تھے اور فیریڈے کو طبیعیات داں کہلانے سے نفرت تھی۔

یوں ہوئی کہ میں نے تفریحاً کچھ باتیں کیمیا کی اور کچھ فلسفہ کی سیکھ لیں۔ اور چاہتا تھا کہ اس میں مزید ترقی کروں۔ چھ مہینے تک میں نے ایک ناپسند یدہ آقا کے لئے سفری کام کیا۔ پھر اس کو چھوڑ کر سر ہمفری ڈیوی کی بدولت مجھے برطانیہ عظمیٰ کی رائل انسٹیٹیوشن میں امددگار کیمیا کی جگہ مل گئی جس پر میں اب تک ہوں۔ سر ہمفری ڈیوی یورپ کے سفر پر جانے والے ہیں اور مجھے ساتھ چلنے کے لئے ارشاد فرمایا ہے۔ اگر جانا ہوا تو آیندہ اکتوبر تک ہوگا۔"

چنانچہ ۱۷ اکتوبر ۱۸۱۳ء کو فیریڈے کو یہ امتیاز حاصل ہوا کہ اس نے یورپ کا سفر ایک زبردست برطانوی کیمیا داں کی ہمراہی میں کیا۔ لیڈی ڈیوی اور خادمہ بھی شریک سفر تھیں۔ یہ سفر سائنسی تحقیق کی غرض سے فرانس، جرمنی، اٹلی اور سوئٹزرلینڈ کا دورہ تھا۔ فیریڈے کی حیثیت معتمد، سائنسی امددگار، خدمت گار سب ہی کچھ تھی۔ ڈیوی نے اپنے ساتھ تحقیق کے لئے سامان اور آلات بھی لے لیے تھے۔

جب یہ جماعت فرانس پہنچی تو فرانسیسیوں نے پُر تپاک خیر مقدم کیا۔ ان زمانے میں یورپ کی سیاسی حالت کا اندازہ کرتے ہوئے ایسا خیر مقدم غیر متوقع تھا۔ لیکن اس میں شاید خود نپولین کا اشارہ تھا۔ کیونکہ وہ بڑا نکتہ رس تھا۔ دونوں ملکوں کے لئے یہ مہم بہت مفید ثابت ہوئی۔ ڈیوی نے لکچر دیئے اور تحقیقات میں حصہ لیا۔ اس طرح یورپ کے محققین سے شخصی ملاقات کا موقع حاصل ہوا۔

فیریڈے کے لئے یہ ایک نعمت غیر مترقبہ تھی۔ اُسے نپولین کے بھی دیکھنے کا موقع ملا۔ اگرچہ شاہی جلوس میں اسے نزدیک سے نہ دیکھ سکا۔ دو ایک ہفتوں میں اسے آمپیئر، گے لوساک، دیزآرم وغیرہ سے ملنے کا موقع ملا۔ آمپیر اور دیگر شاہی کے تازہ دریافت شدہ آیوڈین کی طرف ڈیوی کی توجہ منعطف کی اور وہ اس پر برابر کام کرتا رہا۔

Desorme ؂ Ampere ؁

پیرس میں تین ماہ کے قیام کے بعد پارٹی اٹلی روانہ ہوئی۔ سفر میں بھی ڈیوی نے آیوڈین پر تحقیق جاری رکھی۔ فلارنس میں ٹسکنی کے گرانڈ ڈیوک کے بڑے عدسے کی مدد سے آکسیجن میں ہیرے جلائے گئے۔ پھر پارٹی نے کوہ آتش فشاں ویسو ویس کا معائنہ کیا۔ فروری ۱۸۱۵ء میں پارٹی روما میں تھی۔

اسی طرح جرمنی اور سوئٹزرلینڈ کے سفر رہے اور بین الاقوامی شہرت کے سائنس دانوں سے ملاقاتیں رہیں۔ ڈیوی کا ارادہ ترکی جانے کا بھی تھا لیکن ترکی قرنطینہ سے گھبرا کر پارٹی واپس چلی آئی۔

غریب جلد بند کے وہم و گمان میں بھی نہ آسکتا تھا کہ اس کو ایسی نعمت حاصل ہوگی۔ مشاہیر اہل سائنس سے جو ملاقاتیں ہوئیں تو اس کی نظر میں بھی وسعت پیدا ہوگئی۔ اسی وجہ سے اس سفر نے تاریخی حیثیت اختیار کرلی ہے۔ ہوتا یہ ہے کہ اول درجے کے اہل ذہن سے شخصی تعلق تعلیم کا بہترین ذریعہ ہوتا ہے۔ اکثر نوجوانوں میں یہ خامی رہتی ہے کہ وہ بہترین دماغوں کو جلد نہیں پہچان سکتے۔ اس لئے اپنی صحیح قدر و قیمت سے بھی ناواقف رہتے ہیں۔ سفر کے اس گلستان میں فیریڈے کے لئے ایک خار بھی تھا۔ وہ یہ کہ لیڈی ڈیوی اس کو خدمت گار سے زیادہ حیثیت نہ دینا چاہتی تھی۔ فیریڈے کو یہ بہت ناگوار ہوتا تھا۔ لیڈی ڈیوی اس کو جھڑکتی بھی تھی لیکن فیریڈے کی ضدی طبیعت نے بالآخر لیڈی کو جھکنے پر مجبور کردیا۔ فیریڈے اپنے دوست کو لکھتا ہے۔ "اگر صرف سرہمفرے ڈیوی ہوتے یا لیڈی ڈیوی ان کی طرح ہوتیں تو مجھے شکایت کا کوئی موقع نہ ہوتا۔ لیکن ان کی بدمزاجی مجھکو، خود ان کو اور سرہمفرے کو اپنی جگہ سے ہٹا دیتی ہے۔...... سرہمفرے کے ساتھ کام کرنے کا فخر ایسا ہے جو مجھے روکے ہوئے ہے ورنہ میں نے اس قصے کو ختم کردیا ہوتا۔"

باوجود ان فوائد کے سفر میں فیریڈے کو گھر بہت یاد آیا۔ پارٹی ۱۸۱۵ء میں

انگلستان واپس آئی - ایک خط میں اس نے لکھا تھا کہ " اب جو قدم انگلستان میں رکھونگا تو پھر باہر نہ نکالوں گا"۔ باینہمہ اس کو چند ماہ کے لئے دو مرتبہ براعظم کا سفر کرنا پڑا۔ واپسی پر فیریڈے کو "مددگار تجربہ خانہ و شعبہ معدنی و مہتمم سامان" کی خدمت دی گئی۔ تنخواہ ۳۰ شلنگ فی ہفتہ کردی گئی۔ اس وقت اس کی عمر ۲۲ سال کی تھی۔ آیندہ چار برسوں میں اُسے جلد جلد ترقی ملی۔ ۱۸۱۹ء میں وہ ہمہ تن تجربہ خانہ اور سائنسی اجلاسوں میں مصروف ہو گیا تھا۔ اس کے پاس شاگرد بھی آنے لگے تھے۔ رائل انسٹیٹیوشن میں جو کچھ ہوتا اس کے بغیر نہ ہوتا۔ طبیعیات اور کیمیا پر جو مقالے اور کتابیں دوسرے شائع کرتے انھیں وہ خوب پڑھتا۔ اس کے علاوہ اپنی عام تعلیم بھی جاری رکھتا یعنی مضمون نویسی، قواعد، مطالعہ، اسلوب، طرز خطابت، وغیرہ میں مہارت بہم پہنچاتا رہا۔

مسٹر ٹیٹم نے "شہری انجمن فلسفہ" کے نام سے ایک انجمن کی بنیاد ڈالی تھی۔ فیریڈے اس کا رکن بن گیا۔ اسی انجمن میں اس نے سب سے پہلا لکچر دیا۔ کچھ عرصہ بعد اس نے اپنا پہلا مقالہ ۱۸۱۶ء میں شائع کیا۔ دوسرا مقالہ اس نے رائل سوسائٹی کے سامنے پڑھا۔ اس وقت اس کی عمر ۲۹ سال کی تھی۔ اب اس کی تحقیق اور انکشاف کا وہ دور شروع ہوا جس نے اُسے چار دانگ عالم میں مشہور کردیا۔

جون ۱۸۲۱ء میں اس کو مہتمم تجربہ خانہ کے عہدے پر ترقی ملی۔ اس وقت اس نے ۲۱ سال کی ایک سُنار کی لڑکی سارا برنارڈ سے شادی کرلی۔ وہ اجازت حاصل کرکے اُسے اپنے کمروں میں لایا۔ اس میں کچھ تھوڑی سی توسیع کردی گئی۔ یہیں یہ دونوں ۴۶ سال تک رہے۔ ان کی زندگی نہایت خوشگوار گزری۔ کیونکہ وہ سادہ مزاج تھی۔ شام کو وہ چوسر کی قسم کا کھیل کھیلا کرتے۔ کبھی کبھی چڑیا خانے چلے جاتے۔ کبھی دیہات میں جاکر فطرت کی نقاشی کرتے۔ کٹھ پتلیوں کا تماشہ دیکھنے بھی ٹھہر جاتے

ایک آدھ روپیہ صرف کر کے سرکس کے کرتب بھی دیکھ لیتے۔ کبھی کسی تھیٹر میں بلا شور و شغب چلے جاتے۔ لیکن رفتہ رفتہ ان کا سماجی حلقہ بڑھتا گیا اور بالآخر سربرآوردہ موسیقار اور فن کار اُن کے دوستوں میں شمار ہونے لگے۔

۱۸۲۴ء میں وہ رائل سوسائٹی کا رکن منتخب ہوا۔ ڈیوی اس وقت صدر تھا۔ یہ واقعہ قابلِ افسوس ہے کہ رشک و حسد کی بنا پر ڈیوی نے فیریڈے کی رکنیت کی مخالفت کی تھی۔ لیکن فیریڈے ہمیشہ ڈیوی کا ذکر عزّت اور احترام سے کرتا رہا۔ ۱۸۲۵ء میں وہ تجربہ خانہ کا ناظم مقرر ہوا۔ اس کی تنخواہ ۱۰۰ پونڈ ہو گئی۔ اب اُسے اپنے شوق کے پورا کرنے کے لئے اپنا وقت صرف کرنے کا موقع ملا۔ ۱۸۲۷ء میں وہ ڈیوی کی جگہ پروفیسر مقرر ہوا۔ ۱۸۳۵ء میں وہ فولیرین پروفیسر مقرر ہوا۔ لکچر دینے کی ذمہ داری اس پر عائد نہیں کی گئی۔ اس لئے اب سارا وقت تحقیق پر صرف ہونے لگا۔ ناظم ہوتے ہی سب سے پہلا کام فیریڈے نے یہ کیا کہ جمعہ کی شام کو اراکین کو جمع کرتا۔ یہ بڑھتے بڑھتے "ہفتہ وار مباحث" میں تبدیل ہو گئے۔ جو آج تک مشہور چلے آتے ہیں۔

فیریڈے کی ریاضی کمزور تھی اور وہ اس پر اظہار تاسف کیا کرتا تھا۔ لیکن یہ بھی امر واقعہ ہے کہ باوجود ریاضی کی باقاعدہ تعلیم حاصل نہ کرنے کے دماغ اس کا ریاضی ڈھب کا تھا۔ اور وہ بھی بہت بلند رتبہ کا۔ ورنہ کیا وجہ ہے کہ وہ طبیعیاتی عملوں میں اتنا درک رکھتا تھا۔ وراثت سے اس کی توجیہہ نہیں ہوتی۔ کیوں کہ اس کے اجداد میں ایسے لوگ نہیں تھے جو ذہنی بلندیوں تک پہنچے ہوں اور جن کو اُنھوں نے وراثۃً منتقل کیا ہو۔ ہم اس کی تعلیم و تربیت کا حال دیکھ چکے ہیں۔ لہٰذا اس سے بھی توجیہہ نہیں ہوتی۔ پس لامحالہ ماننا پڑتا ہے کہ دنیا کو کبھی کبھی فطرت کی طرف سے کوئی عطیہ ملتا ہے۔ اس مرتبہ وہ عطیہ فریڈے تھا۔

فیریڈے بہت منکسر مزاج شخص تھا۔ اس نے کبھی اعزاز کی طلب نہیں کی۔ بایں ہمہ غیر ملکی فرمانرواؤں نے اس کو اعزاز عطا کیئے، جامعات نے اپنی اعزازی سندیں پیش کیں، اور دُنیا بھر کی علمی انجمنوں نے اُسے وہ تمغہ عنایت کیا جو اُن کے اقتدار میں تھا۔ رائل سوسائٹی کی صدارت پیش کی گئی۔ اس نے انکار کردیا۔ اسی طرح جامعہ لندن میں کیمیا کی پروفیسری سے اس نے انکار کردیا وہ مختلف سرکاری محکموں کے لیئے ایک طرح کا سائنسی مشیر تھا۔ ملک اور بیرون ملک سے سیکڑوں اُمور میں اس سے مشورہ کیا جاتا تھا اور ہدایت طلب کی جاتی تھی۔ چنانچہ ۱۸۳۱ء میں اس کی آمدنی محض اس مدسے کوئی ۱۰۰۰ پونڈ تھی۔ وہ چاہتا تو اسی مدسے دس گنی زائد آمدنی حاصل کرسکتا تھا۔ لیکن وہ فیصلہ کرچکا تھا کہ دولت کی طلب قابل ستایش نہیں۔ اس لیئے وہ ہمہ تن تحقیق میں مصروف رہا۔ اپنی فیس بھی چھوڑ دیتا تھا۔ صرف اپنی قلیل تنخواہ پر گزارا کرتا تھا۔ آخری ایام میں تو وہ غریب ہی تھا۔

فیریڈے نہایت درجہ مذہبی آدمی تھا۔ جس فرقے سے اس کا تعلق تھا اس میں شدت بہت تھی۔ چنانچہ ایک مرتبہ ملکہ وکٹوریہ کے ساتھ دوپہر کا کھانا کھانے کی عزت اس کو حاصل ہوئی۔ لہذا وہ یکشنبہ کی دن بھر والی عبادت میں شریک نہ ہوسکا۔ اس کا نتیجہ یہ ہوا کہ ارباب فرقہ نے اس کو فرقے سے خارج کردیا۔ لیکن وہ گرجا برابر جاتا رہا اور بالآخر دوبارہ داخل کرلیا گیا۔ فیریڈے کے پاس جو انجیل تھی اس کو وہ بہت قیمتی سمجھتا تھا۔ اس کی جلد اس نے خود باندھی تھی۔ اس کا کمال یہ ہے کہ آج بھی صفحے اسی مضبوطی سے لگے ہوئے ہیں جیسے کہ اُس وقت تھے۔ فیریڈے نے حاشیہ پر نوٹ بھی لکھے ہیں جن کی تعداد پچاس کے قریب ہے۔ ان میں زیادہ تر حوالے ہیں۔ کوئی ۲۰۰۰ خاص علامتیں ہیں جن کو اس نے

نہایت خوبصورتی سے حاشیہ پر بنایا تھا۔ اس سے معلوم ہوتا ہے کہ عبارتوں کے پڑھنے سے فیریڈے پر کیا اثر ہوتا تھا۔ چنانچہ جن عبادتوں پر خاص نشان ہیں، اُن میں سے ایک یہ ہے۔ "دولت کی محبت تمام بُرائیوں کی جڑ ہے"

دُنیا کے لئے فیریڈے بہت سنجیدہ آدمی تھا۔ لیکن اس کے قریبی دوست جانتے تھے کہ اس سنجیدگی کے نیچے ایک آتش فشاں چھپا ہوا ہے۔ اس کی ساری متاہل زندگی میں ایک مرتبہ یہ آتش فشاں پھوٹا۔ یہ واقعہ ۱۸۲۱ء کے بڑے دن کا ہے۔ حسب دستور وہ نیچے کی منزل میں ایک اہم تجربے میں مصروف تھا۔ اس میں اُسے کامیابی ہوئی۔ وہ جوش سے بھر گیا۔ عمارت اونچی تھی۔ بالا خانے پر اس کی بیوی تھی، جو چھ مہینے کی نویلی دُلھن تھی اور جو اپنا پہلا کرسمس ڈنر تیار کر رہی تھی۔ فیریڈے نے چلا کر کہا "سارا، سارا، جلدی آؤ، ان کا ناچ دیکھو" "میں نہیں آسکتی، قاز جل جائے گی" جواب ملا۔ "گولی مارو قاز کو، نیچے آؤ اور دیکھو" جب وہ نیچے آئی تو اس کے چہرے سے پتہ چلا کہ فیریڈے کی حرکت نے اس پر کیا اثر پیدا کیا ہے۔ وہ تجربہ بھول گیا اور قاز بھی فراموش ہو گئی۔ پشیمان شوہر نے روتی بیوی کی دلدہی کی کوشش کی کیونکہ مذہبی عقیدے کی رو سے شوہر کی اس ناشائستہ حرکت سے بیوی کی خوش عقیدگی کو ٹھیس لگی تھی۔ ۳۰ برس بعد اس روایت کو دونوں نے اپنے دوست اور ہم کار ٹنڈال سے چائے پر بیان کیا۔ اور ٹنڈال نے "سائنس کے تین ہزار برس" کے مصنف وسٹ آوے سے ۱۸۸۸ء یا ۱۸۸۹ء میں اس قصہ کو بیان کیا

۷۰ برس کی عمر میں فیریڈے کی طاقتیں کچھ جواب دے چکی تھیں۔ اگرچہ وہ پروفیسری پر فائز رہا تاہم اس نے کام زیادہ نہیں کیا۔ اس کی آخری بیماری کا سبب پارے کی سمیت بتلائی جاتی ہے۔ وہ برقی تعلق قائم کرنے کے لئے پارا

استعمال کیا کرتا تھا۔ جب برسوں اس کا استعمال رہا تو ظاہر ہے کہ پارا بہت کچھ فرش پر بکھرا ہوگا۔ کوئی ۲۰ برس پہلے حکومت کی طرف سے اس کو ۳۰۰ پونڈ سالانہ کی پنشن دی گئی تھی۔ اس لئے گزربسر خاصی ہوتی تھی۔ ہیمپٹن کورٹ گرین میں ملکہ وکٹوریہ نے اُسے ایک مکان عطا کیا تھا۔ اسی مکان میں اس نے ۲۵ اگست ۱۸۶۷ء کو داعی اجل کو لبیک کہا۔

اس کا ایک مقولہ ہر سائنس داں کو بلکہ ہر شخص کو یاد رکھنا چاہئے۔ وہ یہ ہے کہ "میں کسی واقعہ پر اعتبار کر سکتا ہوں لیکن کسی دعوے پر میں ہمیشہ حرج کرتا ہوں۔"

فیریڈے اُنیسویں صدی کا سب سے بڑا سائنس داں تھا۔ انگریزوں کو اس پر اتنا ہی فخر ہے جتنا کہ نیوٹن پر۔ بلکہ وہ تو آگے بڑھکر یہ بھی کہتے ہیں کہ دنیا نے آج تک ان کا ثانی پیدا نہیں کیا۔ ظاہر ہے کہ فرانس اور جرمنی اس قول کی تصدیق کرنے پر مائل نہ ہوں گے کیونکہ ان ملکوں میں خود صف اوّل کے لوگ پیدا ہوئے۔ بایں ہمہ فیریڈے اور نیوٹن کی عظمت سے انکار نہیں کیا جا سکتا۔ بلکہ ان کی جگہ ارشمیدس اور گیلیلیو کے ساتھ ہی نظر آتی ہے۔ اس سلسلے میں پروفیسر آئنسٹائن کا مقولہ مشہور ہے کہ "طبیعیاتی سائنس کی تاریخ میں دو جفت ہیں جو قدر میں مساوی ہیں۔ ایک جفت گیلیلیو نیوٹن کا ہے اور دوسرا فیریڈے میکسول کا۔" آئنسٹائن کی مساواتوں میں سے یہ بھی ایک دلچسپ مساوات ہے۔ اس سے ایک عجیب نتیجہ اخذ ہوتا ہے۔ ہر شخص کو تسلیم ہے کہ میکسول کا درجہ نیوٹن کے ساوی نہیں ہے۔ پس اگر فیریڈے میکسول جفت گیلیلیو نیوٹن جفت کے مساوی ہے تو فیریڈے کو گیلیلیو سے بڑا سائنس داں ہونا چاہئے۔ اس کو ہم یوں بھی لکھ سکتے ہیں:۔

اگر	(فیریڈے، میکسول)	=	(گیلیلیو، نیوٹن)	
اور	میکسول	≠	نیوٹن	(≠ یعنی برابر نہیں ہے)
تو	فیریڈے	>	گیلیلیو	(> یعنی بڑا ہے)

اس سے بہر حال فیریڈے کا بلند مرتبہ ظاہر ہوتا ہے۔

گیسوں کی اماعت:۔ فیریڈے کے زمانے سے پہلے بعض گیسوں کو تبرید کے ذریعے مائع بنایا جا چکا تھا، مثلاً امونیا، کلورین، سلفورس ترشہ۔ لیکن گیسوں کی اماعت[1] پر سب سے پہلا اہم کام فیریڈے کا ہے۔ یہ تجربے اس نے ۱۸۲۳ء میں شروع کئے تھے۔ اس نے یہ ثابت کیا کہ اکثر گیسوں میں اماعت پذیری کی خاصیت مشترک پائی جاتی ہے۔ اس نے شیشے کی ایک خمیدہ نلی لی۔ اس کا ایک بازو لمبا تھا، ایک چھوٹا۔ لمبے بازو کا سرا بند تھا۔ اس میں اس نے ایسی شے داخل کی جس کو گرم کرنے سے گیس زیر تجربہ حاصل ہو جائے۔ چھوٹے بازو کو اس نے بند کر دیا اور اُسے انجمادی آمیزے میں رکھ کر ٹھنڈا کیا۔ چنانچہ سوڈیم بائی کاربونیٹ کو گرم کر کے اس نے کاربونک ایسڈ گیس حاصل کی جس کی اماعت چھوٹے بازو میں عمل میں آئی۔ اس طریقہ سے فیریڈے نے ہائڈروجن سلفائڈ (کالے نمک کی گیس) اور ہائڈروجن کلورائڈ (نمک کا ترشہ)، سلفر ڈائی آکسائڈ (گندھک کی گیس)، امونیا اور کلورین کی اماعت کی۔ ۱۸۳۵ء میں تھلورئے[2] نے مائع اور ٹھوس کاربن ڈائی آکسائڈ کی بڑی مقداریں حاصل کیں۔ ٹھوس کاربن ڈائی آکسائڈ کو ایتھر کے ساتھ ملانے پر اس نے ایسی پست تپشیں حاصل کیں جو کسی کے وہم و گمان میں بھی نہ تھیں۔ ۱۸۳۵ء میں تھلورئے، نائرر اور فیریڈے کی تحقیق کے باوجود بعض گیسوں کی اماعت نہ ہو سکی۔ ایسی گیسوں کو "مستقل گیسیں"[3] کہا گیا۔ ۱۸۷۷ء تک اُن کا یہ نام رہا۔

---

[1] Liquefaction of Gases
[2] Thilorier
[3] Permanent Gases

اس عرصے میں مادے کی گیسی اور مائع حالتوں کے تسلسل سے متعلق کچھ نئی باتیں دریافت کی جا رہی تھیں چنانچہ ۱۸۲۲ء میں شارل کانیار لاتور (۱۷۷۷ء ۱۸۵۹ء) نامی ایک انجینیر تھا جو بعد میں پیرس کی وزارت داخلہ میں اتاشی (کارآموز) ہوگیا تھا۔ اس نے مشاہدہ کیا کہ ایتھر، الکوہل اور پانی کو جب مہر سلیمانی کردہ نلیوں میں گرم کیا جاتا ہے تو وہ بظاہر بخارمیں تبدیل ہو جاتے ہیں، جس کا حجم مائع کے حجم کا ۲ تا ۴ گنا ہوتا ہے۔ لیکن مائع اور گیسی حالتوں کے تسلسل کا انکشاف ٹامس اینڈریوز (۱۸۱۳ء-۱۸۸۵ء) نے کیا، جو بلفاسٹ کے کالج میں نائب صدر اور پروفیسر کیمیا تھا۔ وہ اپنے تجربوں میں دباؤ اس طرح پیدا کرتا تھا کہ ایک شعری نلی میں پیچ کے ذریعہ پارا چڑھا دیتا تھا۔ نلی میں گیس مطلوبہ تپش تک رکھی جاتی تھی۔ ۱۸۶۳ء میں اس نے لکھا ہے کہ "محض دباؤ سے کاربونک ایسڈ گیس کی جزئی اماعت کرنے اور ساتھ ہی ساتھ تپش کو بتدریج ۸۸°ف (= ۳۰٫۹۲°م) تک بڑھانے پر مائع اور گیس کے درمیان سطح امتیاز ماند پڑ گئی، اس کا انحناء جاتا رہا اور بالآخر وہ غائب ہوگئی۔ اب اس فضا میں ایک متجانس سیال بھر گیا۔ جب دباؤ دفعتاً کم کیا جاتا یا تپش گھٹا دی جاتی تو ایک عجیب قسم کی حرکت یا لرزہ ساری کیت میں نظر آتا۔ ۸۸°ف سے اوپر کی تپشوں پر کاربونک ایسڈ کی اماعت یا مادے کی دو واضح شکلوں میں تقسیم نہ ہو سکی اگرچہ دباؤ ۳۰۰ یا ۴۰۰، ایٹما سفیر کر دیا گیا۔ پس ۳۰٫۹۲°م کی تپش ایسی ہی جس پر کاربن ڈائی آکسائڈ کی گیسی اور مائعی حالتیں ایک دوسرے میں ضم

A Hache ← Charles Cagniard latour ←

Thomas Andrews ← Hermetically Sealed ←

ہو جاتی ہیں۔ اس تپش کو اینڈریوز نے "نقطہ فاصل" کا نام دیا۔ اس تپش کے نیچے ہر گیس بخار کی حالت میں بھی رہ سکتی ہے اور مائع حالت میں بھی۔ لیکن بلند تر تپشوں کے لئے یہ صحیح نہیں ہے۔ اب وہ شے تسلسل کے انقطاع کے بغیر گیس سے مائع بن جاتی ہے اور نہیں کہا جا سکتا کہ وہ کب گیس نہیں رہی اور کب مائع بن گئی۔ ۱۸۸۰ء میں ولیم ریمزے نے اس کی توجیہ یوں کی کہ تپش فاصل وہ تپش ہے جس میں مائع بوجہ پھیلاؤ کے اور گیس بوجہ دباؤ کے ایک ہی کثافت اضافی پر آ جاتے ہیں اس لئے ایک دوسرے سے مل جاتے ہیں۔ جولس سلسٹن جیمن (۱۸۱۸ء - ۱۸۸۶ء) نے بھی تین برس بعد یہی رائے قائم کی۔

۱۸۶۹ء میں اینڈریوز نے یہ رائے قائم کی تھی کہ مستقل گیسوں کی اماعت میں ناکامی اس وجہ سے ہوئی کہ ان کی فاصل تپشیں اس وقت کی حاصل کردہ پست ترین تپشوں سے بھی پست تھیں۔ یہ اشارہ پاکر ۱۸۷۷ء میں دو نوجوان محققین نے یہ ثابت کر دکھایا کہ مستقل گیسوں کو بھی مائع بنایا جا سکتا ہے اور سالمی اتصال بلا استثنار تمام اجسام کی خاصیت ہے۔ ان میں سے ایک محقق ال کیلیتے تھا اور دوسرا جنیوا کا راؤل پکٹے (۱۸۴۶ء - ۱۹۰۴ء) تھا۔ پہلے کے پاس پیرس میں لوہے کا ایک بڑا کارخانہ تھا اور دوسرے کے پاس برف کا۔ اس لئے دونوں کے پاس تجربوں کے لئے سامان وافر تھا۔ اور پکٹے تو پست تپشوں پر کام کرنے کے لئے برلن کے ایک تجربہ خانے میں بھی متعین تھا۔ پست تپشوں کا اطلاق صنعت میں بھی تھا مثلاً کلوروفارم کی تخلیص کے لئے۔

۲۴ر دسمبر ۱۸۷۷ء کو فرنچ اکاڈیمی کے جلسہ میں اعلان کیا گیا کہ کیلیتے

William Ramsay ے　Critical Point ے　Raoul Pictet ے

Molecular Chesion ے　Jules Celestin Jamin ے

اور پکتے دونوں نے آکسیجن کی اماعت کرلی ہے۔ دونوں الگ الگ کام کررہے تھے۔

ایک ہفتہ بعد پیرس کے نارمل اسکول کے تجربہ خانے میں کیلیتے نے سربرآوردہ فرانسیسی سائنس والوں کی موجودگی میں تجربوں کا ایک سلسلہ انجام دیا اور وہیں سب کے سامنے آکسیجن، ہائڈروجن اور ہوا کی اماعت کرکے دکھلادی۔ کیلیتے کا طریقہ یہ تھا کہ ایک چھوٹی نلی میں گیس کو دباکر داخل کیا، پھر اسے ٹھنڈا کیا اور پھر دباؤ دور کرکے گیس کو پھیلنے کا موقع دیا۔ گیس کو دفعتہً اس طرح پھیلنے دینے سے تپش اتنی پست ہوگئی کہ گیس کا ایک بڑا حصہ مکثف ہوکر بخار کا بادل بن گیا۔ آکسیجن کے لئے نلی کی تپش ۔ ۲۹° م سلفیورس ترشے کے استعمال سے کی گئی۔ دباؤ ۳۰۰، ایٹما سفیر تھا۔ یکبارگی پھیلاؤ سے تپش ۲۰۰ درجہ تک پست ہوگئی۔

پکتے نے زیادہ قیمتی آلات استعمال کئے۔ قیمت کا اندازہ تقریباً ۵۰۰۰۰ فرانک کیا گیا ہے۔ جو ۲۵۰۰۰ روپیہ سے زیادہ کی رقم ہوتی ہے۔ اس نے مکثف گیسیں بڑے پیمانے پر حاصل کیں۔ وہ اصول تبخیر کام میں لایا۔ ایک نلی میں اس نے مائع سلفیورس ترشہ داخل کیا۔ اس کے اوپر ترشے کا بخار تھا۔ اس بخار کو اس نے ایک خلائی پمپ کے ذریعہ نکال لیا، اس کی اماعت کی، اُسے سرد کیا اور پھر نلی میں واپس کردیا۔ اس طرح ایک کامل دور قائم کردیا۔ اس دور سے مائع کی تپش ۔ ۷۰° م تک پہنچ گئی۔ اس نلی کے اندر ایک اور نلی تھی جس میں مائع کاربونک ترشہ تھا۔ یہ اس لئے کہ اندر والی نلی سرد رہ سکے۔ اب کاربونک ترشے کو دوسری نلی میں پہنچایا گیا جہاں تبخیر سے تپش کم کی گئی۔ ظاہر ہے کہ اس کے لئے خلائی پمپ ہی استعمال کیا گیا۔ تپش اب ــ ۱۴۰° م تک پہنچ گئی۔ سلفیورس ترشے کی وجہ سے کاربن ڈائی آکسائڈ کے بخار کی تکثیف ہوگئی۔ منجمد کاربن ڈائی آکسائڈ ۔ ۱۴۰° م پر، کی نلی کے اندر آکسیجن کی ایک نلی گزاری گئی۔ اس نلی کے

ایک سرے پر ایک بڑے مضبوط خول میں کلوریٹ آف پوٹاش گرم کرکے آکسیجن پیدا کی گئی۔ دوسرے سرے پر ڈاٹ لگائی گئی۔ کئی سوا یٹما سفیر کے اپنے دباؤ اور شدید برودت کے عمل سے نلی کے اندر آکسیجن مکثف ہو گئی۔ ڈاٹ کھولنے پر آکسیجن کی چھوٹی سی ایک دھار نکلی۔ اس کا مرکزی حصّہ سفید تھا۔ جس سے معلوم ہوتا تھا کہ وہ مائع یا ٹھوس حالت میں ہے۔ ہائڈروجن کی صورت میں دھار کی رنگت فولادی نیلگوں تھی۔

آکسیجن، نائٹروجن اور ہائڈروجن کی اماعت بڑی مقداروں میں سگمنڈ[1] رابلیوسکی (۱۸۴۵ء - ۱۸۸۸ء) اور کارل[1] آلزیوسکی نے کی۔ یہ دونوں آسٹریا[2] ہنگری میں جامعہ[2] کراکو میں کام کرتے تھے۔ لندن میں رائل انسٹیٹیوشن کے سر جیمس[3] ڈیوار (۱۸۴۲ء - ۱۹۲۳ء) نے بھی یہی کام کیا۔ ۱۸۹۸ء میں ڈیولہ نے ہائڈروجن کو مائع بنایا اور ۱۸۹۹ء میں ہائڈروجن کو منجمد کرلیا۔ اور ہیلیم کی اماعت میں بھی کامیابی حاصل کی۔ اور ۱۸۹۱ء میں یہ اعلان کیا تھا کہ مائع آکسیجن اور مائع اوزون کو مقناطیس کے قطب جذب کرتے ہیں۔ اماعت پر ان کام کرنے والوں نے جو آلے استعمال کئے وہ سب پکنے کے اصول پر مبنی تھے۔

موسمیات۔ شبنم:۔ حرارت کے متعلق جو معلومات حاصل ہوئیں ان سے موسمی حالات کے سمجھنے میں زیادہ مدد ملی۔ چنانچہ شبنم کے متعلق یہ سمجھا جاتا تھا کہ وہ ستاروں سے آکر گرتی ہے یا کم از کم بڑی بلندیوں سے آتی ہے۔ سائنسی نقطہ نظر سے سب سے پہلے اس کا مطالعہ لندن کے ایک طبیب ولیم[3] چارلس ولس

---

[1] Sigmund v. Wroblewski [1] Karl Olszewski

[2] Austria Hungary [2] University of Cracow

[3] Sir James Dewar [3] William Chales Wells

(۱۷۵۷ء - ۱۸۱۷ء) نے کیا۔ ۱۸۱۴ء میں اپنے 'مقالہ شبنم' میں اس نے ان نتائج کو شائع کیا۔ اس نے بتلایا کہ مطلع صاف ہو اور رات پُرسکون ہو تو گھاس سے فضا میں حرارت کا اشعاع ہوتا ہے۔ فضا سے کوئی حرارت واپس نہیں آتی۔ چونکہ گھاس ایک ردی موصل ہے اس لئے زمین سے اس کے نیچے والے حصوں کو کوئی حرارت نہیں پہنچتی اس لئے گھاس سرد ہو جاتی ہے اور اس پر بخار مکثف ہو جاتا ہے۔ اگر دھاتوں کی طرح موصل اچھے ہوں تو اطراف کے جسموں سے اُن تک حرارت پہنچتی ہے۔ اس لئے ان پر شبنم نہیں جمتی۔ مطلع ابر آلود ہو تو شبنم نہیں گرتی کیونکہ حرارت واپس آتی ہے۔ ہوائیں چلتی ہوں تو بھی شبنم نہیں گرتی کیونکہ وہ سرد ہونے والی اشیاء تک حرارت پہنچاتی ہیں۔ ولس نے یہ فرض کیا تھا کہ شبنم کا ایک تھوڑا سا حصہ اس بخار سے بنتا ہے جو زمین سے اُٹھتا ہے یا پودوں کی تبخیر سے پیدا ہوتا ہے۔ لیکن بعد کی تحقیق سے پتہ چلا کہ ولس نے زمین اور پودوں کے عمل کو پورے طور پر نہیں سمجھا۔ تجربہ سے معلوم ہوا کہ بخار زیادہ تر زمین ہی سے حاصل ہوتا ہے نہ کہ اوپر کی ہوا سے۔ اس لئے درحقیقت شبنم گرتی نہیں بلکہ چڑھتی ہے۔

بارش اور کہر :- بارش اور کہر سے متعلق بھی معلومات حاصل ہوئیں۔ اِی میکارٹ [۱] (۱۸۳۷ء - ۱۹۰۸ء) اور خاص کر جان ایٹکن [۲] کی تحقیق سے پتہ چلا کہ کہر اور بادلوں کے بننے میں گرد کا وجود ضروری ہے۔ یعنی آبی بخار اس وقت تک مکثف نہیں ہوتا جب تک کہ کوئی ٹھوس مرکزہ [۳] موجود نہ ہو۔ ہوا میں گرد کے جو ذرات ہوتے ہیں یہی وہ مرکزے ہیں جن پر آبی بخار مکثف ہوتا ہے۔ اگر

---

[۱] E. Mascart
[۲] John Aitken
[۳] Nucleus

گرد نہ ہو تو کہر دھند اور بادل کا وجود نہیں ہو سکتا اور شاید بارش بھی پھر نہ ہو سکے۔ شہروں میں جو کہر پڑتا ہے اس کا سبب گرد ہے۔ گو یہ ضرور ہے کہ گرد کا وجود تکثیف کے لیے ناگزیر ہے۔ کیونکہ نمک، گندھک یا شورے کے ترشوں کی موجودگی سے بھی تکثیف ہو سکتی ہے تاہم فضا کے حالات ایسے ہوتے ہیں کہ بغیر گرد کے بارش بھی مشکل سے ہوتی ہے۔ ایٹکن نے تو ایک گرد شمار بھی ایجاد کیا تھا انگلستان اور سوئٹزرلینڈ میں اس نے بہت وسیع مشاہدے کیے۔ نتیجہ یہ نکالا کہ جب کبھی بادل بنتا ہے تو بارش ہونا شروع ہو جاتی ہے۔ چھوٹے چھوٹے قطرے نیچے کی کی خشک تر ہوا میں گرتے ہیں جہاں ان کی تبخیر ہوتی ہے۔ جس فاصلے تک وہ گرتے ہیں اس کا انحصار ان کی جسامت اور ہوا کی خشکی پر ہوتا ہے۔

حرارت اور استمرار توانائی رمفورڈ اور ڈیوی کے تجربوں سے یہ تو ظاہر ہو چکا تھا کہ حرارت شے نہیں ہے حرکت کا نتیجہ ہے۔ ۱۸۴۰ء تک یہ بات ظاہر ہو چکی تھی کہ فطرت کی مختلف طاقتوں کو ایک دوسرے میں تبادلہ پذیر ہونا چاہئے۔ یہ اصول استمرار توانائی کے اُصول کے نام سے قائم ہوا۔ اُنیسویں صدی کی سب سے بڑی تعمیم طبیعیات میں یہی ہے۔ اس کی تاریخ بہت دلچسپ ہے۔ متعدد ارباب فکر ایک ہی وقت میں اس حقیقت تک پہنچے۔ شروع شروع میں لوگوں نے ان کے ساتھ سرد مہری کا برتاؤ کیا اور کہیں کہیں قطعاً انھیں نظر انداز کر دیا۔ یہ اُصول مایر، کولڈنگ جول اور ہمہولٹس کی کوششوں کا نتیجہ ہے۔

رابرٹ مایر:۔ رابرٹ[1] مایر ۱۸۱۴ء میں بہ مقام ہائلبرن[2] (واقع جرمنی) پیدا ہوا۔ ورزش گاہ اور مدرسہ دینیات میں اس کی زبردست قوت ذہنی کی کوئی

---

[2] Heilbronn [1] Robert Mayer

شہادت نہیں ملی۔ ۱۸۳۲ء میں اس نے طب کا مطالعہ شروع کیا۔ ۱۸۳۸ء میں اس نے مطب شروع کر دیا۔ لیکن اس کا دل اس مطب میں نہ لگتا تھا۔ اس نے بہت کچھ سفر کیے اور فعلیات کے مطالعہ میں مصروف ہو گیا۔ ۱۸۴۰ء میں ایک گرم ملک کے کسی مریض کے خون پر ایک مشاہدہ اس نے ایسا کیا کہ یہیں سے سائنسی کام کی ابتدا ہو گئی۔ کیونکہ اس کو ان طبعی قوتوں کے مطالعہ کی ضرورت لاحق ہوئی جن پر حرارت غریزی کا انحصار ہے۔ اس طرح فطرتِ[1] نامیاتی سے وہ غیر نامیاتی کی طرف رجوع ہوا۔ چنانچہ اس نے ایک مضمون "فطرتِ غیر نامیاتی کی قوتوں پر" لکھا پاگنڈارف[2] کے رسالے میں اسے شائع کرنے سے انکار کر دیا گیا۔ لیکن لیبگ[3] نے اپنے رسالہ کے مئی نمبر کے لئے اسے قبول کر لیا۔ اس پر کسی نے توجہ نہیں کی اگرچہ اسمیں یہ اہم اُصول بیان کیا گیا تھا کہ کائنات کی توانائی مستقل ہے۔ ۱۸۴۵ء میں دوسرا مضمون اس نے اپنے صرفے سے شائع کیا۔ بعد میں کئی اور مضامین شائع ہوئے۔

پہلے مضمون میں اس نے حرارت اور کام کے معادلہ کو قطعی طور پر بیان کیا۔ اس نے یہ مفروضہ قائم کیا کہ کسی گیس کے دبانے سے جو حرارت پیدا ہوتی ہے وہ اس کام کے معادل ہوتی ہے جو دبانے میں کیا جاتا ہے۔ اس سے اُس نے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ پانی کے اکلوگرام کی تپش کو اس بڑھانے کے لئے ۳۶۵ کلوگرام میٹر کے معادل حرارت کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس وقت اس مفروضہ کے لئے کوئی تجربانی بنیاد نہیں تھی۔ دوسرے مضمون میں اس نے استمرار قوت (موجودہ توانائی) کے کلیئے کو بیان کیا تھا۔ نامیاتی اور غیر نامیاتی مادے میں توانائی جن خاص شکلوں

---

[1] Inorganic Organic Nature
[3] liebig [2] Poggendorf's Annalen

میں ظہور کرتی ہے ان کے علاقوں اور استحالوں کا لحاظ کرتے ہوئے اس نے یہ فتویٰ دیا کہ "مادے کی طرح قوت میں استحالہ ہوتا ہے، تخلیق نہیں ہوتی۔"

مایر کے متعلق تاخ کی زبانی ایک دلچسپ روایت یہ مشہور ہے کہ ایک مرتبہ ہائڈلبرگ میں جالی سے مایر کی اتفاقیہ ملاقات ہوئی۔ جالی نے شبہ کے انداز میں کہا کہ اگر مایر کا نظریہ صحیح ہے تو پانی ہلانے سے گرم ہو سکتا ہے۔ مایر بغیر جواب دیئے چلا گیا۔ چند ہفتوں کے بعد جالی کے پاس جا کر کہا "ایسا ہی ہے۔ ایسا ہی ہے۔" جالی نے جو یہ سُنا تو اس کی سمجھ میں کچھ نہ آیا کہ کیا مطلب ہے۔ جب سارا قصہ دُہرایا گیا تو جالی مایر کا مطلب پا سکا۔

مایر کے خیالات اور نظریوں کی کافی قدر نہیں ہوئی۔ اس کی اولیت تسلیم نہیں کی گئی۔ ان باتوں کا اُسے بڑا صدمہ ہوا۔ اس پر طرہ یہ ہوا کہ اس کی دو اولادوں نے انتقال کیا۔ وہ ایسا دارفتہ ہوا کہ ۲۸ مئی ۱۸۴۹ء کو اس نے دومنزلے کی ایک کھڑکی سے گر کر خودکشی کر لینا چاہی۔ لیکن کامیاب نہ ہوا۔ صحت یابی کے بعد اس نے حرارت کے معادل حیلی پر ایک مضمون لکھا۔ لیکن دماغ اپنی جگہ ہل چکا تھا۔ ۱۸۵۱ء میں اُسے پاگل خانے میں داخل کیا گیا جہاں اس کے ساتھ بہت بُرا برتاؤ کیا گیا۔ ۱۸۵۲ء میں وہ وہاں سے خارج کر دیا گیا لیکن دماغی توازن پھر کاملاً بحال نہ ہو سکا۔ ۱۸۵۸ء میں اس کی تعریف میں چند آوازیں جرمنی سے اُٹھیں، لیکن سب سے زیادہ اس کی حمایت جان ٹنڈال نے کی، جس نے ۱۸۶۲ء میں رائل انسٹیٹیوشن کے سامنے مایر پر لکچر دیا اور اس کے کئی مضمونوں کا ترجمہ کیا۔ اگرچہ ٹامسن اور ٹیٹ کی طرف سے جو مایر کی تحقیقات کو زیادہ وقعت نہ دیتے تھے، ٹنڈال پر یہ الزام لگایا گیا کہ وہ جول کے کام

Mechanical Equivalent of heat ؂ Jolly ؂ Mach ؂ Tait ؂ Thomson ؂

کو گھٹا رہا ہے۔ مایر نے ۱۸۷۸ء میں انتقال کیا۔

جیمس پرسکاٹ جول[1] انگلستان میں مانچسٹر کے نزدیک بمقام سالفورڈ[2] ۱۸۱۸ء میں پیدا ہوا۔ وہ شراب کشید کرنے کے ایک کارخانے کا مالک تھا۔ ابتدائی عمر میں وہ بیمار سا رہتا تھا۔ اور گھر پر اپنا بہت سا وقت سائنسی مسائل پر غور کرنے میں صرف کرتا تھا چنانچہ ۱۸۳۹ء میں اس نے تجربوں کا ایک طویل سلسلہ شروع کیا جس میں اس نے برقی توانائی، کیمیائی توانائی اور حرارت کے درمیانی علاقہ پر تحقیق کی اور ثابت کیا کہ یہ سب ایک دوسرے کی معادل ہیں۔ ۱۸۴۳ء میں برٹش ایسوسی ایشن کے سامنے اس نے ایک مقالہ پڑھا جس میں معادل کی قیمت ۴۶۰ کلوگرام میٹر درج تھی۔ اس کے خیر خواہوں نے اس کے جوہر کو پہچانا، چنانچہ اس کو آمادہ کر لیا کہ سینٹ اینڈریوز واقع اسکاچستان میں طبعی فلسفہ کی پروفیسری کے لئے درخواست دے۔ لیکن جب لوگ انتخاب کے لئے بیٹھے تو ایک رکن نے دیکھا کہ جول میں کچھ جسمانی عیب ہے اس لئے اس کو لیا نہیں گیا۔ پس وہ مے کش رہا لیکن عمر بھر سائنسی تحقیق میں مصروف رہا۔ اپریل ۱۸۴۷ء میں اس نے مانچسٹر میں ایک لکچر دیا جس میں پہلی مرتبہ واضح طور پر استمرار توانائی کے اُصول کو سمجھایا۔ مقامی پریس نے بے اعتنائی سے کام لیا۔ ایک اخبار نے تو اس لکچر کا اعلان تک شائع نہیں کیا۔ مانچسٹر کوریر[3] نے بڑی ردّ و قدح کے بعد لکچر کو تمام و کمال شائع کر دیا۔ جون ۱۸۴۷ء میں آکسفورڈ میں برٹش ایسوسی ایشن کے جلسہ میں یہ مسئلہ پیش ہوا۔ صدر نشین نے تجویز کیا کہ مسئلے کے پیش کرنے والے صاحب اختصار سے کام لیں۔ کوئی بحث طلب نہیں کی گئی۔ اجلاس میں دوسرے مسائل پر گفتگو شروع ہی ہونے والی تھی کہ ایک نوجوان شخص کھڑا ہوا اور اس نے کچھ ایسی

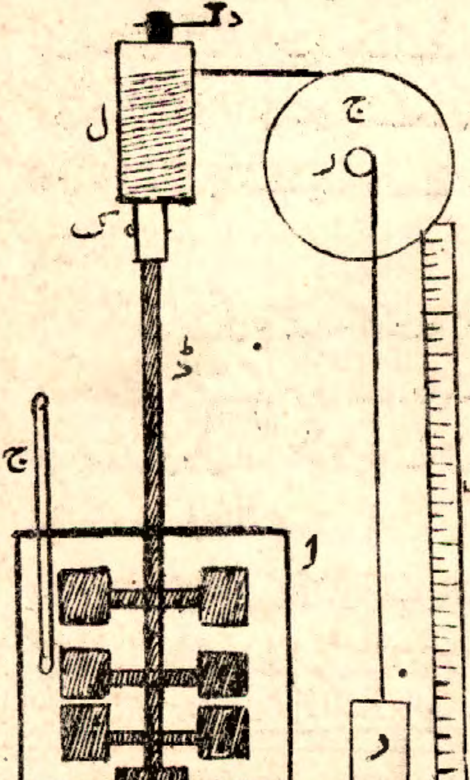
---

[1] James Prescott Joule [2] Salford

[3] Manchester Courier

باتیں کیں جس سے لوگوں کو اس نئے مسئلے سے دلچسپی پیدا ہو گئی۔ یہ نوجوان ولیم ٹامسن تھا۔ نتیجہ یہ ہوا کہ مقالے نے سنسنی پیدا کر دی۔ جول اب سائنس دانوں کی نظروں میں آگیا۔ جلسے کے بعد جول اور ٹامسن اس مسئلہ پر دیر تک گفتگو کرتے رہے۔ جول کو پہلی مرتبہ کارنو کے نظریہ کا علم ہوا اور ٹامسن کو نئے نئے خیالات معلوم ہوئے۔ آخرکار ۷۱ برس کی عمر میں جول نے ۱۸۸۹ء میں انتقال کیا۔

جول نے حرارت کے معادل حیلی پر کوئی چالیس برس تک کام کیا۔ یہاں تک کہ یہ معادل اسی کے نام سے موسوم ہو کر "جول کا معادل" بھی کہلاتا ہے۔ اسکے لئے جو آلہ استعمال کیا تھا اس کو شکل ۴۵ میں دکھلایا گیا ہے۔ اصول کی توضیح کی غرض سے شکل سادہ کر دی گئی ہے۔



شکل ۴۵

ا۔ ایک اسطوانہ ہے جس میں پانی بھرا ہوا ہے۔ اس کے اندر بلونیاں ب ب ایک ڈنڈی ڈ سے لگی ہیں اسطوانے میں ایک تپش پیماج ہے ڈنڈی کا بالائی سرا ایک بیلن ل میں سے گزرتا ہے۔ کیل ک کے ذریعہ بیلن ڈنڈی سے کسا رہتا ہے اور الگ بھی کیا جاسکتا ہے۔ بیلن پر ایک ڈوری چڑھی ہے جس کا سرا چرخی خ پر سے گزرتا ہے۔ اسی محور پر ایک چھوٹی چرخی ر بھی ہے۔ اس پر بھی ایک ڈوری ہے جو وزن (۱ پونڈ) د پر ختم ہوتی ہے۔ ر کو

گھُمانے سے خ پر سے ڈوری کھُل جاتی ہے۔ اس لئے وزن و پیمانہ پ پر چڑھنے لگتا ہے۔ جب د کو نیچے اُتارا جاتا ہے تو بیلن ل گھومتا ہے۔ اس کے ساتھ ڈنڈی معہ بلونیوں کے گھومتی ہے۔ جب و زمین تک پہنچ جاتا ہے تو کیل ک نکال لی جاتی ہے۔ پھر بیلن پر ڈوری چڑھائی جاتی ہے جس سے پانی میں کوئی حرکت نہیں ہوتی۔ بلونیوں کی حرکت سے پانی کی تپش بڑھتی ہے جو تپش پیما ج بتلا دیتا ہے۔ پیمانہ پ سے وہ فاصلہ (فٹوں میں) معلوم ہو جاتا ہے جس میں وزن و گرتا ہے۔ پس گرتے وزن نے جو کام کیا اس کو حرارت کی رقموں میں پیمایش کیا جا سکتا ہے۔

رگڑ اور اسطوانے کی تبرید وغیرہ کا لحاظ کرتے ہوئے جول نے دریافت کیا کہ ایک پونڈ پانی کی تپش کو ۱ ف بڑھانے کے لئے وزن کو ۷۷۲ فٹ گرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔ یعنی یہ اتنی توانائی ہے جو ۱ پونڈ کے وزن کو ۷۷۲ فٹ اُٹھا سکتی ہے۔ اس اکائی کو ایک فٹ پونڈ کہتے ہیں۔ اس لئے حرارت کا معادل جیلی ۷۷۲ فٹ پونڈ ہوا۔

یہ قیمت جول کی چالیس سالہ محنت کا نتیجہ تھی۔ اس کی اہمیت کے مدنظر ۱۸۷۹ء میں بالٹیمور[1] کے ہنری[2] اے رولینڈ نے بھی اس کی قیمت دریافت کی۔ پھر دارسن وال[3] اور گرفتھ[4] وغیرہ نے بھی یہ قیمت دریافت کی۔ چنانچہ اب یہ قیمت ۷۷۸ مانی جاتی ہے۔

۱۸۴۷ء میں جول نے توانائی پر اپنے خیالات کا اظہار کیا تھا۔ اسی سال برلن کی فزیکل سوسائٹی کے سامنے ہلمہولٹس نے اسی موضوع پر ایک مقالہ پڑھا۔

Henry A. Rowland[2] Baltimore[1]
Griffith[4] D'Arsonval[3]

ہرمن فان ہلمہولٹس ۱۸۲۱ء میں بہ مقام پاٹسڈم واقع جرمنی پیدا ہوا۔ برلن میں طب کی تعلیم حاصل کی۔ ایک خیراتی شفاخانے میں مددگار ہوگیا۔ پھر پاٹسڈم میں فوجی سرجن مقرر ہوا۔ اس جگہ پر وہ ۱۸۴۳ء سے ۱۸۵۷ء تک رہا۔ پھر ۱۸۵۸ء میں برلن میں معلم تشریح مقرر ہوا۔ بعد میں کونگسبرگ میں معلم فعلیات مقرر ہوا۔ بعدازاں بان اور ہائڈلبرگ میں بھی خدمت انجام دی جس کا سلسلہ ۱۸۷۱ء تک رہا۔ اس سال وہ برلن کی جامعہ میں پروفیسر طبیعیات مقرر ہوا۔ ۱۸۹۴ء میں اس نے انتقال کیا۔

وہ طبیعیات، فعلیات اور ریاضی میں اوّل درجہ کے آدمیوں میں شمار ہوتا ہے کچھ عرصہ ہوا ڈبلو۔کے۔ کلفورڈ نے اپنے ایک مضمون میں ہلمہولٹس کا تذکرہ حسب ذیل الفاظ میں کیا ہے۔

"اس (ہلمہولٹس) نے فعلیات سے ابتدا کی۔ آنکھ اور کان کی تشریح کی۔ یہ معلوم کیا کہ ان کا عمل کس طرح ہوتا ہے اور ان کی صحیح ساخت کیا ہے۔ لیکن اس کو محسوس ہوا کہ آنکھ اور کان کے عمل کا صحیح مطالعہ اس وقت تک نہیں ہو سکتا جب تک کہ نور اور آواز کی نوعیت کا مطالعہ نہ کیا جائے۔ اس لئے اس نے طبیعیات کا مطالعہ شروع کر دیا۔ یہ مطالعہ اس وقت شروع کیا جب وہ فعلیات میں صف اول میں آچکا تھا اور اب وہ اس صدی (انیسویں) کے بہترین طبیعیات دانوں میں شمار ہوتا ہے۔ اس وقت اس کو محسوس ہوا کہ طبیعیات بغیر ریاضی کے نہیں چل سکتی۔ پس اس نے ریاضی کا مطالعہ شروع کر دیا اور اب وہ اس صدی کے بہترین ریاضی دانوں میں سے ہے۔"

Anatomy ؎ Potsdam ؎ Hermann von Helmholtz ؎

Bonn ؎ Physiology ؎ Konigsberg ؎

W. K. Clifford ؎ Heidelberg ؎

ہلمہولٹس نے برلن میں توانائی پر جو مقالہ پڑھا تو اس وقت اس کی عمر ۲۶ سال تھی۔ اس وقت اُسے ایک خبطی سمجھا گیا۔ پاگنڈارف کے رسالے کے ایڈیٹر نے جس طرح مایر سے انکار کیا اسی طرح ہلمہولٹس کے مقالے کی اشاعت سے انکار کر دیا۔ جس طرح جول کو ٹامسن کی حمایت حاصل ہوگئی تھی اسی طرح ہلمہولٹس کو ریمنڈ[1] اور ریاضی داں یعقوبی[2] دو بڑے حامی مل گئے۔ اس کا مقالہ ۱۸۴۷ء میں علیحدہ رسالے کی شکل میں شائع ہوا۔ کچھ دنوں تک کسی نے اس پر توجہ نہ کی۔ لیکن ۱۸۵۳ء میں کلاسیس[3] نے اس پر سخت تنقید کی۔ بعد میں دوسرے لوگوں نے اُسے مایر کا بدیانت خوشہ چیں بتلایا حالانکہ اُسے مایر کا علم نہیں تھا۔ لیکن جب اُسے علم ہوا تو اس نے بہ خوشی مایر کی اولیت تسلیم کرلی۔

مایر اور ہلمہولٹس دونوں جرمن تھے اس لیے دونوں نے توانائی کے مفہوم میں لفظ "کرافٹ[4]" استعمال کیا۔ اس کا ترجمہ "قوت" سے بھی کیا گیا۔ اس لیے اس زمانے میں قوت اور توانائی میں بہت التباس ہوتا تھا۔ ینگ[5] نے اس کی اصطلاح "انرجی" معین کر دی۔ استمرار توانائی کی اصطلاح رینکن[6] نے ایجاد کی۔ اردو میں بھی قوت اور توانائی کی اصطلاحیں ہم معنیٰ سمجھی جاتی تھیں۔ لیکن "انرجی" کے لیے توانائی کی اصطلاح معین ہو چکی ہے۔ اس لیے التباس اب باقی نہیں رہا۔

حرارت اور توانائی استمرار توانائی کا اصول جب قائم ہو گیا تو اس کا مقابلہ سابقہ اصول استمرار کمیت سے کیا جا سکتا ہے نیوٹن کے علم حرکت میں اس امر کو تسلیم کیا گیا ہے۔ اس علم کی بنیاد اس پر ہے کہ تمام حرکت میں ایک مقدار مستقل رہتی ہے جس کو کمیت کہتے ہیں۔ کیمیا دانوں

---

[1] Reymond [2] Jacobi [3] Clausius [4] Kraft
[5] Young [6] Rankine

نے جب ترازو سے کام لیا تو انھیں معلوم ہوا کہ کیمیاوی تغیرات پر بھی یہ اصول جاری ہے۔ یعنی جب کوئی جسم ہوا میں جلتا ہے تو وہ فنا نہیں ہو جاتا۔ بلکہ اگر تمام حاصل اشیاء کو جمع کر کے وزن کیا جائے تو اُن کا مجموعی وزن اصلی شے اور ہوا کے وزنوں کے مجموعے کے برابر ہوتا ہے۔

یہی حال توانائی کا ہے۔ یہ بھی کمیت کی طرح استحالوں کے ایک سلسلہ میں غیر متغیر رہتی ہے۔ ہم کو اس کے وجود کے تسلیم کرنے میں سہولت ہوئی۔ اس لئے ہم نے اس کو ایک مفہوم قرار دیا اور اس کا ایک نام رکھا۔ یہ تمام توانائی ہے۔ اس کی پیمایش ہم کئے ہوئے کام سے کرتے ہیں یا پھر پیدا شدہ حرارت کی مقدار سے اس کا اندازہ لگاتے ہیں۔

ہر جسم میں توانائی ہے اگر اس کے ذریعہ کام کیا جا سکے۔ وہ توانائی اس میں مخفی ہو سکتی ہے جو مناسب حالات میں ظاہر ہو جاتی ہے۔ مثلاً ہمارے ہاتھ میں توانائی ہے جس سے ہم کوئی وزن اُٹھاتے ہیں یا کسی پتوار کو چلاتے ہیں۔ اس سکونی حالت میں توانائی کو توانائیِ بالقوہ[1] کہتے ہیں۔ جب ہم کوئی وزن اُٹھاتے ہیں یا پتوار چلاتے ہیں تو یہی توانائیِ بالقوہ حرکت میں آ جاتی ہے۔ اس لئے اب وہ توانائیِ بالفعل[2] بن گئی ہے۔ حرارت چونکہ ایک طرزِ حرکت ہے اس لئے توانائیِ بالفعل ہے۔ مثلاً کوئلہ میں توانائیِ بالقوہ کا ایک خزانہ ہوتا ہے۔ اس کا جزد اصلی کاربن ہے۔ بعض خاص حالات میں یہ کاربن ہوا کے جزد آکسیجن سے ملتا ہے۔ اس سے توانائی بالقوہ حاصل ہوتی ہے۔ یہ حرارت اور روشنی کی شکل میں نمودار ہوتی ہے۔ حرارت سے پانی بھاپ بن سکتا ہے یا انجن کا فشارہ اسطوانے میں اوپر نیچے

---

[1] POTENTIAL ENEGY

[2] KINETIC ENERGY

حرکت کرسکتا ہے۔ اس میکانکی توانائی بالفعل سے ہم برقی مشین یعنی ڈائنمو چلا سکتے ہیں جس سے برقی توانائی حاصل ہوسکتی ہے۔ یہ توانائی برقی لمپ روشن کرسکتی ہے یعنی روشنی کی توانائی میں تبدیل ہو جاتی ہے۔

توانائی جب ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل ہوتی ہے تو ہمیشہ کچھ نہ کچھ نقصان ہوتا ہے۔ مثلاً کوئلے کی ساری توانائی بالقوہ پانی کو بھاپ بنانے کے کام میں نہیں آتی۔ اور نہ بھاپ کی ساری توانائی انجن میں فشارے کو چلانے میں صرف ہوتی ہے۔

اسی طرح ہمارے ہاتھ کی ساری توانائی پتوار چلاتے میں صرف نہیں ہوتی ہم میں خود گرمی پیدا ہو جاتی ہے اور پھر ہم پتوار نہیں چلا سکتے۔

غرضکہ ہر قدم پر توانائی کا نقصان ہوتا ہے یعنی وہ ضائع ہو جاتی ہے۔ ہر قسم کی توانائی بالآخر حرارت میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ اور یہ حرارت فضا میں منتشر ہو جاتی ہے۔ ہم اسے دوبارہ پکڑ نہیں سکتے اور نہ اس سے کام لے سکتے ہیں۔ وہ حقیقت میں ضائع یا فنا نہیں ہوتی بلکہ منتشر ہو کر ایسی حالت اختیار کرلیتی ہے کہ ہمارے کام کی نہیں رہتی۔

اُنیسویں صدی میں جو طریقے معلوم تھے اُن کے ذریعہ مادہ یا توانائی کو نہ تو پیدا کیا جاسکتا تھا اور نہ اُنھیں فنا کیا جاسکتا تھا۔ اس لئے مادہ اور توانائی دو الگ الگ مفہوم مانے جاتے تھے۔ لیکن جیسا کہ آگے چل کر معلوم ہوگا کہ بیسویں صدی میں ایسی شہادتیں ہم پہنچی ہیں جن سے پتہ چلتا ہے کہ مادہ خود توانائی کی ایک شکل ہے۔ اور ایک دوسرے میں استحالے بھی ناممکن نہیں ہیں۔

بایں ہمہ اصول استمرار توانائی اُنیسویں صدی کا ایک عظیم الشان کارنامہ سمجھا جاتا ہے۔ اس نے تحقیق کا ایک نیا طریقہ پیدا کردیا۔ چونکہ کسی بند نظام کی توانائی

انجیر ہمہ وہی ہونی چاہئے جو ابتدا میں تھی اس لئے درمیانی حالتوں کا لحاظ کئے بغیر اس نظام کی آخری حالت کی پیش گوئی ممکن ہو گئی۔ لیکن اس گلزار میں خار بھی تھے۔ وہ یہ کہ چونکہ ان اصولوں کو ہر حالت میں صحیح پایا گیا لہٰذا ان کو کلیوں کی صورت دیدی گئی۔ بنابریں مادہ قدیم اور غیرفنا پذیر ہو گیا۔ کائنات کی توانائی مستقل اور غیر متغیر قرار پائی جس کو ہر حال اور ہر زمانے کے لئے صحیح سمجھا جانے لگا۔ سب سے بڑا غار اسی کو سمجھنا چاہئے۔

نظریہ تحرک

توانائی بالفعل کے متعلق معلوم ہوا کہ وہ متحرک شے کی کمیت اور اس کی رفتار کے مربع کے متناسب ہوتی ہے۔ اس کو یوں لکھتے ہیں۔

$$ت = \frac{1}{2} ک ر^2$$

جہاں ت سے مراد توانائی بالقوہ، ک سے کمیت اور ر سے رفتار ہے یہ ایک کلیہ ہے جو تمام متحرک مادی اجسام کے لئے ہر رفتار پر صحیح ہے بشرطیکہ وہ رفتار نور کی رفتار کے لگ بھگ نہ ہو۔

مثال کے طور پر فرض کرو کہ ایک موٹر ہے جس کا وزن ۲ ٹن ہے جو ۲۰ میل فی گھنٹہ کی رفتار سے چلتی ہے۔ اور فرض کرو کہ دوسری موٹر ہے جس کا وزن ایک ٹن ہے لیکن رفتار وہی ہے۔ تو پہلی موٹر میں دوسری موٹر سے دگنی توانائی بالفعل ہے۔ اگر اس سے ٹکر ہو تو دگنا نقصان کرے گی۔ اور بریک لگانے ہوں تو کسی معین فاصلے کے لئے دگنی طاقت روکنے کے لئے درکار ہوگی۔ لیکن اگر وزن میں دونوں موٹریں برابر ہوں اور پہلی کی رفتار دگنی کر دی جائے یعنی ۴۰ میل فی گھنٹہ تو اب اس میں ۲^۲ یعنی ۴ گنا توانائی بالفعل ہوگی۔ اور اگر بدقسمتی سے اس توانائی کے ساتھ وہ کہیں ٹکرا دے تو ۴ گنا زیادہ نقصان کرے گی۔

چھوٹے پیمانے پر یہی عال مادے کے ان چھوٹے چھوٹے ذرّوں کا ہے جن کو

ہم سالمے کہتے ہیں۔ گیس کی حالت میں ان ذرّوں کو نسبتاً زیادہ آزادی رہتی ہے اس لئے اوپر کا کلیہ ان پر صادق آتا ہے۔ ان ذرّوں کی حرکت گویا حرارت ہے۔ چنانچہ تپش جتنی زیادہ ہوگی رفتار بھی اتنی ہی تیز ہوگی۔ مادّے کی ہر شکل کے لئے حرارت طرز حرکت رہتی ہے۔

یہ سادہ سا مفہوم ہے لیکن اُنیسویں صدی کے بڑے کارناموں میں سے ہے یعنی معمولی سالموں کی ارتعاشی اور گردشی حرکت ہی مادّے میں حرارت پیدا کرتی ہے جس کو ہم تپش کی صورت میں دیکھتے ہیں۔ یہی حرکت گیسوں میں ان کے خواص پیدا کرتی ہے۔ یہی نظریہ تحرک ہے۔

۱۸۴۵ء میں جے، جے، واٹرسٹن[1] نے اس نظریہ کو ترقی دی۔ ۱۸۴۸ء میں جول نے بھی اس پر کام کیا۔ ۱۸۵۷ء میں پہلی مرتبہ باضابطہ نظریہ کی شکل میں کلاسیئس[2] نے پیش کیا۔

سالموں کی حقیقی جسامت یا شکل کا علم ابھی تک نہ ہوا تھا لیکن سارا کام اس مفروضہ پر چلا کہ سالمے ننھے ننھے لچکدار کرے ہیں، جن کی حرکتیں اور ٹکریں تپش کے ساتھ بڑھتی ہیں۔ خود یہ حرکتیں اور ٹکریں نہ صرف تپش کی کیفیت پیدا کرتی ہیں بلکہ دباؤ کی کیفیت کا بھی یہی سبب ہیں کہ وہ جس ظرف میں ہوتے ہیں اس کی دیواروں پر برابر بمباری سی کرتے رہتے ہیں۔

اس نظریے سے گیس کی تمام تجرباتی خاصیتوں کی بخوبی توجیہ ہو جاتی ہے۔ واٹرسٹن اور جول نے سالموں کی رفتاروں کا بھی حساب لگایا۔ میکسول[3] اور بولٹسمن[4] نے اعلیٰ ریاضی سے مدد کی۔ میکسول نے یہ بھی ثابت کیا کہ گیس کی لزوجت کا انحصار

Maxwell [3] Clausius [2] J.J. Waterston [1]
Boltzmann [4]

اوسط آزاد راستہ پر ہوتا ہے۔ اس سے مراد اوسط فاصلہ ہے جو ایک سالمہ دو ٹکراؤں کے درمیان طے کرتا ہے۔

۱۸۲۷ء میں سالموں کے عمل کی راست شہادت بہم پہنچی تھی۔ اس کی صورت یہ ہوئی کہ رابرٹ براؤن نامی ایک نباتیاتی نے خوردبین سے ننھے ننھے ذروں کی بے ضابطہ حرکتیں مشاہدہ کیں۔ یہ حرکت آج تک براونی حرکت کہلاتی ہے۔

۱۸۷۹ء میں ولیم ریمزے نے اس کی توجیہ یہ کی کہ جس مائع میں ذرات آویزاں رہتے ہیں اس میں اُس کے سالمے ان ذروں پر برابر بمباری کرتے رہتے ہیں۔

حرحرکیات اس صدی میں حرحرکیات کی بنیاد قائم ہوئی۔ اس کی ابتدا یوں ہوئی کہ توانائی کے پیمائش کرنے کی ضرورت لاحق ہوئی تاکہ معلوم ہوسکے کہ ہم کتنی توانائی کام میں لا رہے ہیں اور کتنی ضائع ہو رہی ہیں۔ ساتھ ہی اس کے جاننے کی بھی ضرورت ہوئی کہ کل توانائی ہے کتنی اور اس کا کیا حشر ہوتا ہے۔ بنا بریں یہ موضوع سائنس کے لئے بہت اہمیت رکھتا ہے۔ اس پر جن بڑے بڑے ماہران طبعیات نے کام کیا اُن کا کچھ تذکرہ ہم یہاں درج کرتے ہیں۔ ان میں پیش پیش کارنو، جول، ہلمہولٹس اور ٹامسن کے نام ہیں۔ جول اور ہلمہولٹس کے تذکرے اوپر ہوچکے ہیں۔

کارنو:- نکولاس لیونارسادی کارنو ۱۷۹۶ء میں پیدا ہوا۔ اس کا باپ نکولاس کارنو ایک مشہور انقلابی تھا جس نے نپولین کے عروج سے پہلے جمہوری فوجوں کی تنظیم میں زبردست حصہ لیا تھا۔ کارنو کی عمر زیادہ نہیں ہوئی۔ وہ ۳۶ سال کی عمر میں ۱۸۳۲ء میں بہ عارضہ ہیضہ انتقال کرگیا۔ لیکن اس تھوڑے سے عرصہ میں وہ جو کام کرگیا اس نے گویا حرحرکیات کی بنا ڈال دی۔

Robert Brown کے　Mean Free Path کے

Nicolas Leonard Sadi Carnot کے　Willia Ramsay کے

۱۸۲۴ء میں کارنو نے ایک مقالہ شائع کیا جس میں اس نے بتلایا کہ ہر حرارتی انجن کو ایک گرم جسم یا ماخذ حرارت اور ایک سرد جسم یا مکثفہ کی ضرورت ہوتی ہے۔ اور جب انجن کام کرتا ہے تو حرارت گرم تر جسم سے سرد تر جسم کی طرف جاتی ہے۔ چونکہ اس وقت تک کارنو حرارت کو سیال سمجھتا تھا اس لئے اس نے خیال کیا کہ انجن میں سے حرارت بغیر کسی تغیر کے گزرتی ہے۔ اور بلند تر سے پست تر تپش کی طرف اُترنے میں کام کرتی ہے۔

کارنو نے یہ محسوس کیا کہ حرارتی انجنوں کے کلیوں کی تحقیق کے لئے مناسب ہے کہ سب سے پہلے سادہ ترین تصوری انجن لیا جائے۔ یعنی انجن ایسا ہو کہ اس میں قطعاً کوئی رگڑ ہو اور بذریعہ ایصال حرارت کا کوئی نقصان نہ ہو۔ لیکن ایسے انجن خارج میں وجود نہیں ہے۔ البتہ یہ ہو سکتا ہے کہ ایسا انجن ہو جس میں حرارت کی ایک معین مقدار سے زیادہ سے زیادہ کام حاصل کیا جا سکے۔

کارنو نے یہ بھی اندازہ کر لیا کہ انجن کے کام کی تحقیق میں یہ بھی ضروری ہے کہ انجن میں دوری عمل کار گزار ہوں۔ یعنی انجن میں جو شے بھی مثل بھاپ یا دبی ہوئی ہوا کے لی جائے اس پر ایسے عمل کئے جائیں کہ شے اپنی حالت اصلی پر واپس آجائے۔ اگر ایسا نہ ہوگا تو انجن اس شے کی اندرونی توانائی سے کام یا حرارت اخذ کرے گا اور انجن میں سے جو بیرونی حرارت گزرے گی وہ کچھ کام نہ کرے گی۔

کارنو نے ایسا دور بیان کیا جس میں یہ شرائط پوری ہوتی ہیں۔ پہلے دور میں بھاپ اور پانی کے ایک آمیزے کو ایک اسطوانے میں لیا گیا۔ دوسرے دور میں گیس کی ایک مقدار زیر غور تھی۔ ذیل میں ہم کارنو کے بیان کا مختصر سا تذکرہ کرتے ہیں:-

---

condenser ؂ Source ؁

Cyclic operations ؃

"فرض کرو کہ ایک لچکدار سیال ہو مثلاً ہوا، جو ایک اسطوانے میں بند ہے جس میں ایک متحرک فشارہ ہے۔ اور فرض کرو کہ دو جسم ا اور ب ہیں۔ دونوں کی تپشیں مستقل ہیں۔ لیکن ا کی تپش ب سے بلند تر ہے۔ فرض کرو کہ مفصلۂ ذیل عمل انجام دیئے جاتے ہیں :-

۱) جسم ا سے اسطوانے کی پیندی کا تماس، جو حرارت کو آسانی سے گزرنے دیتی ہے۔ ہوا اب جسم ا کی تپش پر ہوگی۔

۲) فشارہ آہستہ آہستہ اُٹھایا جاتا ہے۔ جسم ا سے وہ حرارت حاصل ہوئی، جس سے تپش کا استقلال برقرار رہا۔

۳) جسم ا ہٹا دیا جاتا ہے۔ ہوا بغیر حرارت کے پھیلتی ہے۔ اس لئے اس کی تپش گر جاتی ہے۔ فرض کرو کہ وہ گر کر جسم ب کی تپش پر آگئی ہے۔

۴) ہوا جسم ب سے تماس میں رکھی جاتی ہے۔ پھر فشارہ کو اپنی جگہ واپس لانے سے وہ دبتی ہے۔ اس درمیان میں ہوا مستقل تپش پر رہتی ہے کیونکہ وہ جسم ب سے تماس میں ہے جس کو وہ اپنی حرارت دے دیتی ہے۔

۵) جسم ب علیحدہ کر دیا جاتا ہے۔ اور ہوا پر دباؤ جاری رہتا ہے۔ ہوا اکیلی رہ جانے کی وجہ سے تپش میں بڑھ جاتی ہے۔ دباؤ جاری رکھا جاتا ہے۔ یہاں تک کہ ہوا کی تپش ا کی تپش کے برابر ہو جاتی ہے۔

۶) ہوا جسم ا سے تماس میں رکھی جاتی ہے۔ اور فشارہ اُٹھ کر وہ وضع اختیار کرتا ہے جو دوسرے عمل کے ختم پر تھی۔ اس درمیان میں تپش مستقل رہتی ہے۔

۷) عمل ع۳ دہرایا جاتا ہے اس کے بعد ع۴، ع۵، ع۶ پھر ع۳، ع۴، ع۵، ع۶ اور اسی طرح" ان عملوں کے درمیان میں اسطوانے کے اندر تبدہوا

فشارے پر کم دبیش ایک اثر ڈالتی ہے۔ہوا کا یہ دباؤ حجم کے تغیرات کی وجہ سے متغیر ہوتا ہے اور تپش کے تغیرات کی وجہ سے بھی۔ لیکن اس کا لحاظ رہے کہ حجم مساوی ہوں یعنی فشارے کی وضعیں ایک سی رہیں تو تغلیظ کے مقابلے میں اتسلاع کے دوران میں تپش بلند تر رہتی ہے۔ چونکہ پھیلاؤ کے دوران میں دباؤ زیادہ تر ہے اس لئے طاقت محرکہ کی مقدار اتسلاع میں جو پیدا ہوتی ہے وہ اس سے زیادہ ہوتی ہے جتنی کہ تغلیظ کے دوران میں صرف میں آجاتی ہے۔اس لئے محرک طاقت اتنی باقی رہتی ہو کہ اُسے ہم ہر طرح کام میں لا سکتے ہیں۔ اس حرارتی انجن میں ہوا نے کارگر شے کی حیثیت سے کام کیا۔ اس نے بہت مفید طریقہ پر کام انجام دیا، کیونکہ کوئی بے کار قیام حرارت کے توازن کا وقوع میں نہیں آیا۔"

کارنو نے عکس پذیری[1] کا اصول بھی قائم کیا۔اس سے مطلب یہ ہے کہ مکثف سے لے کر ماخذ کو حرارت واپس دی جا سکتی ہے۔اس کے لئے مساوی مقداریں کام انجام دینا پڑتا ہے۔چونکہ دباؤ اور تپش کے بہ غایت قلیل تغیرات توازن کو برہم کر دینے کے لئے کافی ہیں۔اس طرح حرارت کی حرکت اور منتقلی کی سمت معکوس ہو جاتی ہے اس لئے اوپر کا دور عکس پذیر ہوا۔پہلی صورت میں جو میکانکی اثر حرارت کے انتقال سے حاصل ہوتا ہے وہ کچھ ہی کیوں نہ ہو عمل معکوس میں اس سے معکوس حرارتی اثر پیدا ہوگا۔ کارنو نے یہ بھی ثابت کیا کہ عکس پذیر انجن ہی سب سے زیادہ کارگزار ہوتا ہے اور حرارت سے جو محرک طاقت حاصل ہوتی ہے وہ ذرائع حصول سے بے نیاز ہوتی ہے۔

حرحرکیات کے کلیے:۔ جب حرکت اور حرارت میں تعلق تسلیم کر لیا گیا تو تو اس تعلق کے دونوں رخوں پر کام کیا گیا۔پہلا رُخ تو یہ ہے کہ حرکت کو حرارت

---

[1] Reversibility

میں تبدیل کیا جائے۔ یہ کام جول نے انجام دیا اور حرارت کا معادل حیلی دریافت کیا۔ دوسرا رُخ یہ ہے کہ حرارت کو حرکت میں تبدیل کیا جائے۔ اس کام کو کارنو نے انجام دیا جس کی تکمیل دوسروں کے ہاتھوں ہوئی۔ ان دونوں کے مطالعہ کو حرحرکیات کا نام دیا گیا ہے۔ ان دونوں رخوں سے ایک ایک کلیہ متعلق ہے جو اپنی اپنی جگہ بہت اہم ہے۔

پہلا کلیہ:۔ کام کی ایک ہی مقدار سے، خواہ وہ کسی طرح انجام پائے، حرارت کی ہمیشہ ایک ہی مقدار حاصل ہوتی ہے۔

یہ گویا حرارت پر اصول استمرار توانائی کا اطلاق ہے۔ توانائی کی امتیازی خاصیت یہ ہے کہ وہ استحالہ پذیر ہے اور تمام استحالوں میں اس کا استمرار باقی رہتا ہے۔ اس اصول کی رو سے، جیسا کہ پیشتر بیان کیا جا چکا ہے کسی نظام کی توانائی کی مجموعی مقدار غیر متغیر رہتی ہے۔ اس کا منطقی نتیجہ یہ ہے کہ کائنات کی مجموعی توانائی معین ہے۔

فطرت کے تمام کلیوں میں سے استمرار توانائی کا کلیہ سب سے زیادہ ہمہ گیر ہے۔ کوئی عمل ایسا نہیں جس پر اس کا اطلاق صحیح نہ ہوتا ہو، خواہ اس عمل کا تعلق طبیعیات سے ہو یا کیمیا یا حیاتیات سے یا اس عمل کا وقوع زمین کے اندر ہو یا اوپر یا سورج میں ہو یا ستاروں میں۔

دوسرا کلیہ:۔ استمرار توانائی کے کلیہ کے ساتھ ساتھ ایک دوسرا کلیہ بھی ہے جو اپنی اہمیت کے لحاظ سے زیادہ اساسی معلوم ہوتا ہے۔ اس کو حرحرکیات کا دوسرا کلیہ یا ناکارگی[1] کا کلیہ بھی کہتے ہیں۔

---

[1] Entropy

زمین اور سیاروں کے لئے توانائی کا واحد ماخذ سورج ہے۔ سورج سے رات اور دن میں جو توانائی نکلتی رہتی ہے اس کی پیمائش کی گئی ہے۔ اس سے پتہ لگا کہ زمین کو فی دقیقہ اتنی حرارت پہنچتی ہے جو ۲ میل لمبے کناروں والے برف کے مکعب کو پگھلا دے۔ باینہمہ زمین کو جو توانائی پہنچتی ہے وہ اس توانائی کا $\frac{۱}{۲،۲۰،۰۰،۰۰،۰۰۰}$ واں (۲ ارب ۲۰ کروڑواں) حصہ ہے جو سورج چاروں طرف منتشر کرتا ہے۔ اس کا زیادہ تر حصہ فضا کی گہرائیوں میں تلف ہو جاتا ہے۔

سورج کی جو توانائی زمین تک پہنچتی ہے اس کا ایک جزو کرۂ ہوا میں جذب ہو جاتا ہے۔ اور دوسرا قلیل جزو خشکی جذب کر لیتی ہے۔ دونوں صورتوں میں توانائی حرارتی توانائی کی حیثیت سے جمع ہوتی ہے۔ دوسرے جزو کا ایک حصہ میدانوں اور جنگلوں پر پڑتا ہے۔ اس لئے نباتات میں کیمیائی توانائی کی حیثیت سے جمع ہو جاتا ہے۔ لیکن بڑا حصہ تو سمندر پر واقع ہوتا ہے اس لئے حرارتی توانائی کی صورت میں جمع ہو جاتا ہے۔ اسی میں سے قلیل توانائی پانی کی تبخیر کرتی ہے اور بادل بنانے کے لئے اوپر بھیج دیتی ہے۔ پس بادلوں میں جو توانائی بالقوہ ہے وہ انھیں سورج سے حاصل ہوئی۔ بارش زمین پر ہوتی ہے۔ تو جھیلیں اور ندیاں بن جاتی ہیں۔ اور بارش کے قطروں کے گرنے میں جو توانائی بالفعل حاصل ہوتی ہے وہ پھر حرارتی توانائی کی شکل اختیار کر لیتی ہے۔ پہاڑی جھیلوں میں جو مخفی ہو گئی ہے اس سے برقی توانائی حاصل کی جا سکتی ہے جس سے مشینیں چلائی جا سکتی ہیں یا روشنی وغیرہ کی جا سکتی ہے۔ لیکن آخر میں اس سب کا نتیجہ یہی ہوتا ہے کہ وہ حرارتی توانائی میں پھر مستحیل ہو جاتی ہے۔

سورج کی توانائی کا ایک بڑا حصہ صدیاں گزریں کہ گرمی کے ساتھ زمین میں

دفن ہو گیا۔ کوئلہ کی شکل میں، اسی کو ہم آج کل کام میں لا رہے ہیں۔ اس کی توانائی حرارت کی شکل میں نمودار ہوتی ہے۔ سورج سے اشعاع ہم تک حرارت کی شکل میں پہنچتا ہے، وہ مختلف کام انجام دیتا ہے کبھی اپنی طرف سے اور کبھی گویا ہمارے کہنے سے۔ لیکن وہ کام جب ختم ہو جاتا ہے تو وہ پھر حرارتی توانائی میں مستحیل ہو جاتا ہے۔

قصہ مختصر یہ کہ عمل چھوٹا ہو یا بڑا ہر قسم کی توانائی (میکانکی، برقی، کیمیاوی) بالآخر حرارتی توانائی میں مستحیل ہو کر رہتی ہے۔ ان تمام استحالوں میں جو بات سب سے زیادہ قابل لحاظ ہے وہ یہ کہ حرارت کا اشعاع سورج سے جب ہوا تھا تو تپش زیادہ تر تھی، لیکن جب کام انجام پا چکا تو تپش کمتر ہو گئی۔ کام ہوا تو لیکن اس کی قیمت دینا پڑی؛ وہ یہ کہ ایک عام تبرید واقع ہو گئی۔

اگر سورج کی توانائی کی مقدار معین ہے اور اس سے اشعاع مسلسل ہو رہا ہے تو اس کی تپش گرتی رہے گی اور اُسے گرتا ہی رہنا چاہئے تا آنکہ اس کی تپش ماحول کی تپش کے برابر ہو جائے۔ اس کی توانائی کا ابتدائی وسیع خزانہ ساری کائنات میں منتشر ہو گیا۔ توانائی اب بھی موجود ہے لیکن طوفانی حرکت کی مرتکز صورت میں نہیں جسے سورج کہا جاتا ہے بلکہ یکساں معتدل حرکت کی صورت میں، جس کو ہم تپش کے صفر مطلق سے نہیں تعبیر کر سکتے کیونکہ ہمارے نزدیک توانائی کا اتلاف مطلق نہیں ہوتا۔

جو کچھ اوپر کہا گیا اس کا انحصار اس امر پر ہے کہ توانائی کے استحالے حرارت کی طرف جو ہوتے ہیں وہ عکس پذیر نہیں ہوتے۔ کیا یہ مفروضہ صحیح ہے؟ کیا وہ حرارتی توانائی جو ایک مرتبہ سورج سے خارج ہو چکی اور اپنا کام انجام دینے کے بعد "تنزل" اختیار کر چکی پھر کبھی اپنی قوت حاصل کر سکتی ہے تاکہ سورج تک واپس جا کر تلافی مافات کر دے۔

فطرت میں بعض عمل ہمیشہ ایک ہی سمت میں ہوتے ہیں لیکن معکوس سمت میں کبھی نہیں ہوتے۔ اس کی بہت سی مثالیں دی جا سکتی ہیں۔ مثلاً پیپل اور نیم کے پتوں

کے ڈھیر پاس پاس ہوں تو یہ ہو سکتا ہے کہ دفعتہً آندھی چلے اور دونوں ڈھیروں کے پتے منتشر ہو جائیں اور مِل جُل جائیں لیکن یہ نہیں ہو سکتا کہ دوسری آندھی چلے اور پتوں کے ڈھیر پھر بن جائیں۔ پھر فرض کرو کہ نائٹروجن کی ایک صراحی ہو دوسری آکسیجن کی۔ دونوں صراحیاں ایک ٹونٹی سے ملی ہوں تو ٹونٹی کے کھول دینے پر دونوں گیسیں کچھ اس طرح مل جُل جائیں گی کہ تمیز مشکل ہو گی۔ اب اگر یہ ٹونٹی ہزار برس تک بھی کُھلی رہے تو یہ نہیں ہو سکتا کہ گیسیں ازخود علٰحدہ ہو کر صراحیوں میں آجائیں۔ ایک اور مثال میں فرض کرو کہ ایک پہیہ گردش کر رہا ہے۔ جب اس کی توانائی بالفعل حرارت میں تبدیل ہو جاتی ہے تو رگڑ اس کی حرکت کو روک دیتی ہے۔ لیکن ازخود یہ عمل نہیں ہو سکتا کہ حرارت دوبارہ مستحیل ہو کر توانائی بالفعل بن جائے۔ یا فرض کرو کہ دو گرم جسم مختلف تپشوں پر ہیں۔ اب اگر ان کو ملا کر رکھا جائے تو گرم تر جسم سے کچھ حرارت دوسرے جسم کو پہنچے گی۔ لیکن ہم یہ تصوّر بھی نہیں کر سکتے کہ معکوس عمل ازخود واقع ہو جائے، یعنی سرد تر جسم اپنی حرارت گرم تر جسم کو دے دے۔

ان تمام مثالوں کے لئے ہم توجیہیں تراش سکتے ہیں لیکن ہم کو درحقیقت نہیں معلوم کہ ایسا کیوں ہوتا ہے۔ ہو سکتا ہے کہ ایک بیرونی عامل معکوس عمل انجام دیدے۔ مثلاً ایک مشین ہو سکتی ہے کہ حرارت کو میکانکی حرکت میں تبدیل کر دے۔ لیکن نطرت میں ایسا معلوم ہوتا ہے کہ ایک ہی سمت کے تغیرات ہوتے ہیں۔ گو کبھی کبھی اسکے خلاف بھی ہوتا ہے مثلاً برف سے پانی، پانی سے بخار، بخار سے پانی، پانی سے برف بنتا رہتا ہے۔ لیکن کلیہ یہی ہے کہ نطرت یک سمتی ہے۔

توانائی کی مفید ترین شکلیں توانائی بالفعل، توانائی بالقوہ اور برقی توانائی ہیں۔ کیونکہ ان کو ہم آسانی سے منفعت بخش طریقے پر دوسری شکلوں میں تبدیل کر سکتے ہیں۔ لیکن حرارتی توانائی جو ان جسموں میں ہوتی ہے جو اپنے ماحول کی تپش سے بلند تر تپش پر

ہیں، اتنی کارآمد نہیں۔ جس طرح سے بھی چاہیں اسے ہم استعمال کریں، اس کا ایک حصہ ضرور ضائع ہو جاتا ہے۔ اب رہی وہ توانائی جو فضائے بسیط میں جسموں کے اندر حرارتی توانائی کی حیثیت سے موجود رہتی ہے، وہ عملاً بے کار ہوتی ہے کیونکہ آسانی سے ہم اُسے کسی اور شکل میں تبدیل نہیں کر سکتے۔

روڈالف کلاوسیئس[1] (۱۸۲۲ء - ۱۸۸۸ء) ایک جرمن طبیعیاتی نے فطرت کے اس ایک سمتی میلان کو الفاظ میں یوں بیان کیا "حرارت از خود سرد تر جسم سے گرم تر جسم تک نہیں جا سکتی۔"

فروری ۱۸۵۰ء میں برلن اکادمی کے سامنے کلاوسیس نے ایک مقالہ پڑھا تھا جس میں یہ دعویٰ پیش کیا تھا۔ اس وقت وہ زیورخ[2] میں پروفیسر تھا۔ بعد میں وہ ورسبرگ[3] چلا گیا اور ۱۸۶۹ء کے بعد بان[4] میں اس کا تقرر ہو گیا۔ تجربے کے میدان میں اس کا مرتبہ زیادہ نہیں ہے لیکن ریاضیاتی طبیعیات میں اس کا درجہ بہت بلند ہے۔

کلاوسیس کا یہی دعویٰ حرحرکیات کا دوسرا کلیہ کہلاتا ہے۔ ہم ایک کیتلی میں پانی کی تپش کو ۱۰۰ تک بڑھا سکتے ہیں۔ لیکن اس حرارت کو ہم آتش دان میں واپس نہیں کر سکتے۔ ہر شخص اس سے واقف ہے۔ لیکن سو برس ادھر ہر شخص واقف نہیں تھا۔ اور نہ یہ کسی کو علم تھا کہ ایسے کلیے کو مان لینے سے کیا کیا باتیں لازم آئیں گی۔

لارڈ[5] کلون نے جب کارنو کی تحقیقات سے واقفیت حاصل کی تو یہ بتلایا کہ کارنو کے دور کی بدولت تپش کا ایک مطلق حرحرکیاتی پیمانہ حاصل ہوتا ہے۔

---

[1] Rudolph Clausius کے [2] Zürich کے [3] Würtzburg کے [4] Bonn کے [5] Lord کے

ولیم ٹامسن ۲۶ جون ۱۸۲۴ء کو بہ مقام بلفاسٹ پیدا ہوا۔ جامعہ گلاسگو میں تعلیم پائی۔ بعد میں کیمبرج میں بھی تعلیم پائی۔ کیمبرج میں اچھی شہرت حاصل کی۔ اس لئے ۱۸۴۶ء میں جامعہ گلاسگو نے طبیعیات کا پروفیسر مقرر کردیا۔ جہاں وہ ۱۸۹۹ء تک رہا۔ ۱۹۰۰ء سے ۱۹۰۴ء تک رائل سوسائٹی کا صدر رہا۔ ۱۸۹۲ء میں اس کو لارڈ کلون کا خطاب ملا۔ اس نے ۱۷ دسمبر ۱۹۰۷ء کو انتقال کیا۔

۱۸۴۹ء میں کلون نے بتلایا کہ کارنو کے اصول پر تپش کا ایک مطلق حرحرکیاتی پیمانہ حاصل ہوتا ہے۔ دوسرے کلیئے کو کلون نے ذرا مختلف طریقہ سے بیان کیا، چنانچہ کلون کا دعویٰ حسب ذیل ہے:۔

"ایسی مشین کا ایجاد کرنا ناممکن ہے جو اپنے ماحول سے توانائی جذب کرکے مسلسل چلتی رہے۔"

یہ دعویٰ خود ایک متعارفہ پر منحصر ہے جس کو اس نے یوں بیان کیا:۔

"بے جان مادی ذریعہ سے ناممکن ہے کہ ماحول کی سرد ترین اشیار کی تپش سے پست تر تپش تک سرد کرکے مادّے کے کسی حصہ سے میکانکی اثر حاصل کیا جائے۔"

اس متعارفہ کو دوسرے کلیئے کا ایک بیان سمجھا جاتا ہے۔

۱۸۵۱ء میں کلون نے اپنے دعوے کے ثبوت پیش کئے۔ اور حقیقت یہ ہے کہ کلون کی سالہا سال کی محنت نے حرارت کے حرکی نظریے کو مضبوط بنیادوں پر قائم کردیا۔ اس نے گویا اپنے ہمعصروں کے لئے سوائے تصدیق کے اور کچھ نہ چھوڑا۔ یہ سب کچھ کلاسیس کی تحقیق کے علم سے پہلے کا کام ہے۔

ولیم جان ایم رینکن (۱۸۲۰ء – ۱۸۷۲ء) اور پی۔ جی۔ ٹیٹ (۱۸۳۱ء – ۱۹۰۱ء) نے کلاسیس کے دعوے پر سخت تنقید کی۔ رینکن گلاسگو میں انجینرنگ

William John M. Rankine at William Tamson ئه

اور میکانیات کا پروفیسر تھا۔ اس نے ایڈنبرا کی رائل سوسائٹی کے سامنے ایک مقالہ پڑھا جس میں حرکی نظریہ پیش کیا اور پھر دوسرے کلیے کو بھی اخذ کیا۔ لیکن اس کا ثبوت اعتراض سے بری نہ تھا۔

میکسول کا خیال یہ تھا کہ حرحرکیات کا دوسرا کلیہ بہ حیثیت مجموعی اجسام پر بلاشبہ صادق آتا ہے لیکن اس نے اس پر زور دیا کہ ہم ان سالموں کو انفرادی طور پر نہیں دیکھ سکتے جن سے اجسام مرکب ہیں۔ ہم حقیقی واقعات تک نہیں پہنچ سکتے۔ ہمارے تجربات محض اوسط اثرات پر مبنی ہوتے ہیں۔ اپنی کتاب "نظریہ حرارت" میں میکسول کہتا ہے:۔

"اگر ہم ایسی ہستی تصور کریں جس کے حواس بہت ذکی ہوں جو ہر سالمے کے راستے کو دیکھ سکے تو ایسی ہستی باوجود ہماری طرح محدود خواص رکھنے کے، وہ کام انجام دے سکتی ہے جو فی الحال ہمارے لئے ناممکن ہے۔ کیونکہ ہم کو معلوم ہے کہ کسی ظرف میں یکساں تپش پر ہوا بھری ہو تو اس میں سالمے جن رفتاروں سے چلتے ہیں وہ ہمیشہ یکساں نہیں ہوتیں۔ اگرچہ ان کی ایک بڑی تعداد کی اوسط رفتار تقریباً بالکل یکساں ہوتی ہے۔ فرض کرو کہ اس ظرف میں ایک دیوار قائم کر کے دو حصے ا اور ب کر دیے گئے ہیں۔ دیوار میں ایک چھوٹا سا سوراخ ہے۔ وہ ہستی جو سالموں کو دیکھتی ہے، اس سوراخ کو کھولتی اور بند کر دیتی ہے تاکہ تیز تر سالمے ا سے ب کی طرف گزر جائیں اور سست تر ب سے ا کی طرف گزریں۔ پس کام انجام دیئے بغیر وہ ہستی ب کی تپش کو بڑھا دے گی اور ا کی تپش کو پست کر دے گی اور یہ عمل حرحرکیات کے دوسرے کلیئے کے خلاف ہوگا۔

"یہ ایک ایسی مثال ہے جس میں بہ سالموں کی بغایت کثیر تعداد پر مشتمل اجسام کے تجربے سے اخذ کردہ نتائج کا اطلاق اُن نازک تر مشاہدات اور تجربات

پر نہیں ہوتا جو ایسی ہستی انجام دے جو انفرادی سالموں کو دیکھ سکتی اور اُن کو ہاتھ لگا سکتی ہے۔ جبکہ ہم ان سالموں کی بڑی کیستوں کو ہی برت سکتے ہیں"۔

جس ہستی کا اوپر ذکر کیا گیا ہے اس کو "غول میکسول"[1] کہتے ہیں۔ طبیعیات کے ماہرین نے اس غول کو دفن کرنے کی بہت کوشش کی لیکن اب تک کامیابی نہیں ہوئی۔

اس کا مطلب یہ ہے کہ سالموں کی حرکتیں 'اتفاق' پر مبنی ہیں۔ صرف یہ شرط عائد ہوتی ہے کہ سالموں کی توانائیوں کا مجموعہ مستقل رہے۔ چنانچہ لڈوگ بولٹسمن[2] (۱۸۴۴ء۔ ۱۹۰۶ء) آسٹریا کے ایک ماہر طبیعیات نے آکسیجن اور نائٹروجن والی مثال پر جو اس سے پہلے بیان کی جا چکی ہے یوں استدلال کیا "جب تک آکسیجن کی صراحی میں نائٹروجن کے سالموں سے زیادہ بالفرض آکسیجن کے سالمے ہیں اس وقت تک اس کا احتمال قوی تر ہے کہ آکسیجن کی صراحی سے نائٹروجن کی صراحی تک جانے والا سالمہ نائٹروجن کی بجائے آکسیجن کا ہوگا۔ جب دونوں میں مساوات قائم ہو جائے تو جو احتمال آکسیجن کے سالمے کے گزرنے کا ہوگا وہی نائٹروجن کے سالمے کے لئے بھی ہوگا۔ یہ ناممکن نہیں ہے کہ دوبارہ کامل علٰحدگی واقع ہو جائے لیکن عدم احتمال قوی تر ہے اس لئے اس صورت عملاً قابل نظر اندازی سمجھا جاتا ہے۔

ناکارگی:۔ ۱۸۵۴ء میں کلاسیس نے "حرارت کے میکانکی نظریے کے دوسرے کلیے کی ترمیم شدہ صورت پر ایک مقالہ شائع کیا جس میں اُس نے ایک اصطلاح استعمال کی جس کو بعد میں اس نے ناکارگی کہا۔ یہ مقدار اخذ کردہ یا خارج کردہ حرارت اور اس مطلق تپش کی نسبت ہوتی ہے جس پر یہ اخذ و اخراج

---

[1] Maxwell's Demon [2] Ludwig Boltzmann

واقع ہوتا ہے۔ چنانچہ اگر ایک جسم کی مطلق تپش ط ہو اور اس کو حرارت کی ایک مقدار ح پہنچے تو یوں کہا جاتا ہے کہ اس میں ناکارگی $\frac{\text{ح}}{\text{ط}}$ پہنچی۔ عکس پذیر دور کی صورت میں مساوات

$$\frac{\text{ح}_1}{\text{ط}_1} = \frac{\text{ح}_2}{\text{ط}_2}$$

اس کا مطلب یہ ہے کہ ناکارگی میں کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوتی۔ اگر دو جسم تپشوں ط_1 اور ط_2 پر ایک جسم ناکارگی $\frac{\text{ح}}{\text{ط}_1}$ ضائع کرتا ہے اور دوسرا ناکارگی $\frac{\text{ح}}{\text{ط}_2}$ حاصل کرتا ہے۔ یہ مقدار زیادہ تر ہے۔ حقیقی انجنوں اور فطری عملوں میں ہمیشہ رگڑ اور مختلف تپشوں پر اجسام کے درمیان ایصال واقع ہوتا ہے اس لئے ناکارگی کا اکتساب ہوتا ہے۔ ان اُمور کی بنا پر کلاسیس نے اپنے نتائج کو اس شکل میں بیان کیا۔

"ہر بند نظام میں جو نہ تو توانائی بیرون سے حاصل کرے اور نہ ضائع کرے ناکارگی اعظم ہونے کا اقتضا رکھتی ہے۔"

یہ اعظم قیمت اس وقت حاصل ہوتی ہے جبکہ توانائی کی تمام صورتیں یکساں تپش پر حرارت میں تحلیل ہو جاتی ہیں۔ ہم کل کائنات کو ایک بند نظام تصور کر سکتے ہیں اس لئے کلاسیس کے کلیے کو ہم یوں بھی بیان کر سکتے ہیں:۔

"کائنات کی ناکارگی اعظم ہونے کا اقتضا رکھتی ہے۔"

اسی وجہ سے دوسرا کلیہ ناکارگی کا کلیہ کہلاتا ہے۔

ہم حرارت کو پیچیدہ سالمی حرکت سمجھتے ہیں۔ ایک جسم سے دوسرے جسم میں حرارت کا منتقل ہونا اور اس کے نتیجہ میں تپشوں کا مساوی ہونا درحقیقت ان تیز رفتار سالموں کی وجہ سے ہوتا ہے جو بلند تر تپش پر ہونے کی وجہ سے پست تر تپش پر سست رفتار سالموں میں اپنی کچھ توانائی منتقل کرتے رہتے ہیں کیونکہ تصادم مسلسل ہوتے رہتے ہیں۔ ہم یہ نہیں جانتے کہ کسی منفرد سالمے پر کیا گزرتی ہے۔ کوئی ایک

خاص حرکت "اتفاقات" کی ایک بڑی تعداد کا نتیجہ ہو سکتی ہے۔ بنا بریں ناکارگی کا کلیہ بڑے بڑے اعداد کا کلیہ ہوا۔ وہ گویا اعدادی کلیہ ہے۔ بولٹسمن نے ثابت کیا کہ اس کلیے کو نظریہ تحرک سے اخذ کیا جا سکتا ہے۔ بنیادی مفروضہ یہ ہے کہ تمام ممکنہ سالمی رفتاریں تمام ممکنہ سمتوں میں مساوی طور پر احتمال پذیر ہیں۔ معمولی تپشوں کے لئے یہ مفروضہ بالکل صحیح ہے۔

بعض لوگوں کو اعدادی کلیوں سے کچھ نفرت سی ہوتی ہے۔ اسی طرح احتمال پذیری کے کلیے بھی انھیں اچھے نہیں معلوم ہوتے۔ لیکن سائنس میں بھی ہمارا استدلال اکثر و بیشتر اوسط استدلال پر مبنی ہوتا ہے۔ ہم گھاس کے ایک ایک پتے پر بحث نہیں کرتے اور نہ بارش کے ایک ایک قطرے پر۔ بلکہ ہم ان کا مطالعہ بہ حیثیت مجموعی کرتے ہیں گو ہم جانتے ہیں کہ ہر پتہ یا ہر قطرہ ایک دوسرے سے جداگانہ ہے تاہم اس فرق کو ہم نظر انداز کر دیتے ہیں اور بڑے اعداد ہی میں ہم اُن کے متعلق استدلال کرتے ہیں اور معمولاً یہ فراموش کر دیتے ہیں کہ جو کلیے ہم اُن کے متعلق قائم کرتے ہیں وہ اعدادی ہوتے ہیں اور اوسطوں کی تعبیر کہتے ہیں۔ فرض کرو کہ ایک مٹھی بھر سکے ہم اوپر اُچھالتے ہیں۔ سب کے چہرے کے رُخ یا پیٹھ کے رُخ گرنے کا امکان بہت ہی کم ہو لیکن ہے ضرور۔ اس لئے اگر تجربہ کو ایک بڑی تعداد میں دُہرایا جائے تو احتمال یہی ہے کہ یہ امکان وقوع پذیر ہو جائے گا۔

بہر حال اس سب کا خلاصہ یہ سمجھنا چاہیئے کہ ناکارگی کا کلیہ اغلباً صحیح ہے۔ لیکن کلیہ چونکہ کلیہ اعدادی ہے اس لئے اس کا امکان ضروری ہے کہ تلف شدہ توانائی دوبارہ جمع ہو جائے اور کارآمد بن جائے۔ اس لئے بالکلیہ از کار رفتہ کائنات کا تصور لابدی نہ ہوا۔ وقت کافی ملے تو بعید ترین امکان بھی وقوع پذیر ہو جائے گا۔

لہ Statistical

آواز | کلیڈنی :۔ اٹھارھویں صدی میں آواز کا مطالعہ موسیقار اور ریاضی داں کرتے تھے۔ اُنیسویں صدی میں اس کو طبیعیات کی ایک باقاعدہ شاخ قرار دیا گیا اور اس حیثیت سے اس کی تحقیقات ہونے لگی۔

"ابوالصوت" یا آواز کا باوا آدم ارنسٹ فلارنس فریڈرش کلیڈنی کو سمجھا جاتا ہے۔ کلیڈنی بمقام وٹنبرگ ۱۷۵۶ء میں پیدا ہوا۔ اپنے ماں باپ کا اکلوتا لڑکا تھا اس لئے پیارا بہت تھا۔ باپ نے قانون کی تعلیم دلائی لیکن بیٹا دل سے سائنس پر مٹا ہوا تھا۔ باپ کے کہنے سے قانون کا امتحان پاس تو کرلیا، لیکن جب تکمیل کے لئے وہ جامعہ لائپزش گیا تو وہاں اس نے سائنس کی کتابوں کا بھی مطالعہ کیا۔ باپ کی وفات کے بعد وہ ہمہ تن موسیقی کی تحقیق میں مصروف ہو گیا۔

معاشی مشکلات کی وجہ سے اُسے سفر اختیار کرنا پڑا۔ اُس نے ایک باجہ ایجاد کیا تھا۔ اُسے بجاتا اور سائنس پر لکچر دیتا پھرتا تھا۔ اس نے اس طرح جرمنی، فرانس اور اٹلی کی سیاحت کی۔ وہ شہابیے بھی جمع کیا کرتا تھا۔ اس میں قوتِ ایجاد بہت نمایاں تھی۔ طبیعت میں ظرافت تھی اور حاضر جوابی۔ وہ بہت خوش مزاج تھا۔ ۱۸۲۷ء میں مرضِ سکتہ سے اس نے انتقال کیا۔

آواز پر جو مقالے اس نے پڑھے اُن سے اس کو یہ خیال پیدا ہوا کہ سائنس کے عام دستور کے خلاف اس موضوع پر ریاضی طبیعیاتی مفروضات کافی نہیں ہیں۔ آئلر اور برنولی کے ریاضیاتی مقالوں نے اسے تختیوں کے ارتعاش کی تحقیق کی طرف مائل کیا۔ چنانچہ تاروں، سلاخوں اور تختیوں کے ارتعاش کا مطالعہ تجرباتی طریقے پر کیا۔

کلیڈنی نے لشٹنبرگ[1] کو برقائی ہوئی رال کی قرص پر برقایا ہوا سفوف ڈالتے دیکھا تھا۔ سفوف کی ترتیب نے سطح کی برقی حالت واضح کردی۔ اس سے کلیڈنی کو خیال پیدا ہوا کہ

---

[1] Lichtenberg of Ernst Florens Friederich - Chladni

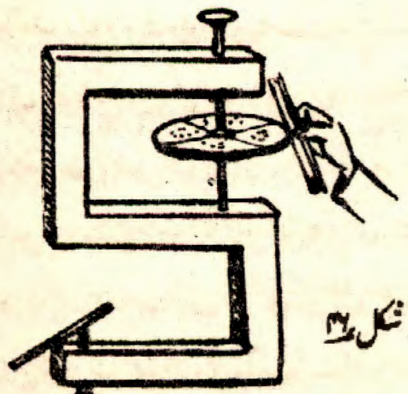
مرتعش جسم کی سطح پر ریت ڈال کر صوتی ارتعاشوں کو واضح کیا جا سکتا ہے۔ چنانچہ اس نے جو شکلیں حاصل کیں وہ آج تک کلیڈنی کی شکلیں کہلاتی ہیں۔ ۱۸۰۹ء میں کلیڈنی نے فرنچ انسٹیٹیوٹ کے سامنے یہ شکلیں دکھلائیں۔ حاضرین میں لاپلاس بھی موجود تھا۔ سب کو بے حد دلچسپی ہوئی۔ نپولین نے فرمائش کرکے ان تجربوں کو اپنے سامنے کرایا۔ اور کلیڈنی کو ...۶ فرانک (فرانک = ۱۰ آنہ تقریباً) دیے تاکہ اپنی کتاب صوتیات (شائع شدہ ۱۸۰۲ء) کا ترجمہ فرانسیسی میں کرے۔

ان شکلوں کے انکشاف کا حال خود کلیڈنی کی زبانی سُنا جائے تو باعث دلچسپی ہوگا۔ چنانچہ وہ کہتا ہے:-

"موسیقی کا دلدادہ ہونے کی حیثیت سے، گو بادیات موسیقی میں نے دیر میں حاصل کئے جبکہ میری عمر انیس سال کی تھی، مجھے یہ محسوس ہوا کہ صوتیات پر دہ توجہ نہیں دی جا رہی ہے جو طبیعیات کی دوسری شاخوں پر مبذول کی جارہی ہے پس میں نے چاہا کہ اس کمی کو پورا کردوں اور کسی نئے انکشاف سے علم کی اس شاخ کی کچھ خدمت کروں۔ ۱۷۸۵ء میں میں نے دیکھا تھا کہ شیشے یا دھات کی تختی کو جب مختلف مقامات پر ضرب لگائی جاتی ہے تو اس سے مختلف قسم کی آوازیں نکلا کرتی ہیں۔ ان آوازوں کے طرز ارتعاش سے متعلق معلومات مجھے کہیں حاصل نہ ہوسکیں۔ اس زمانے میں رسالوں میں ایک آبے کا بیان شائع ہوا جس کو اٹلی میں پادری مزدچکی[لے] نے تیار کیا تھا، جو چند گھنٹیوں پر مشتمل تھا جن پر ایک یا دو گز سارنگی کے چلائے جاتے تھے۔ اس سے مجھے خیال ہوا کہ مختلف آواز پیدا کرنے والے اجسام کے ارتعاشوں کے مطالعہ کے لئے گز کا استعمال بہت مناسب ہوگا۔ چنانچہ شیشے کی ایک گول تختی کو وسط میں کس کر جب میں نے گز اس پر چلایا تو اس سے

لے Abbe' Mazzocchi

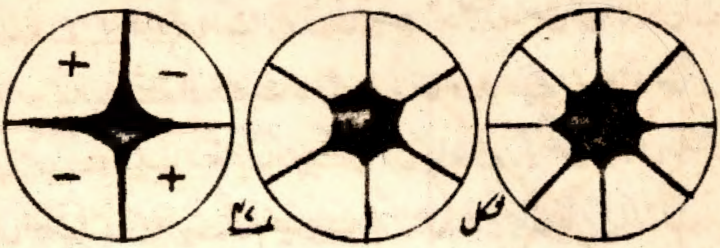
مختلف آوازیں پیدا ہوئیں جو ایک دوسرے کے مقابلے میں بہ لحاظ تعداد ارتعاش کے ۲، ۳، ۴، ۵ وغیرہ کے مربعوں کی نسبت میں تھیں۔ لیکن ان آوازوں کے جواب میں ارتعاشوں کی نوعیت کا مجھے علم نہ تھا اور نہ مجھے اس کا علم تھا کہ ان میں سے ہر ایک ارتعاش کو پیدا کس طرح کیا جائے۔ گوٹنگن کی رائل سوسائٹی میں لشٹنبرگ کے تجربات کی تفصیلات دیکھ کر میں نے یہ خیال قائم کیا کہ آواز دار تختیوں کی مختلف ارتعاشی حرکتوں کی شکلیں بھی مختلف ہوں گی اگر سطح پر ریت یا اس جیسی کوئی شے چھڑک دی جائے۔ چنانچہ میں نے جب اس طریقے سے کام لیا تو سب سے پہلے جو شکل میری نظروں میں آئی وہ ایک ستارے کی شکل تھی جس میں دس یا بارہ شاخیں یا شعاعیں تھیں۔ ساتھ ہی جو تیز آواز سنائی دی وہ قطری خطوط کی تعداد کے مربع سے مطابقت رکھتی تھی۔"



شکل ۴۶

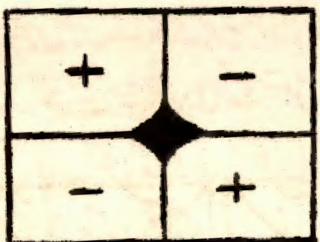
حسب شکل ۴۶ پیتل کی ایک گول تختی کو کلیڈنی نے ایک شکنجہ میں کس دیا۔ اس پر کچھ ریت بکھیر دی۔ پھر گز لے کر تختی کے کنارے سے ملا کر کھینچنا شروع کیا۔ اس سے ریت گز کے پاس سے اور دیگر مقامات سے دور ہو کر چند دیگر مقاموں پر جمع ہو گئی۔ اور تختی میں سے زور کا سُر پیدا ہوا۔ مگر جب گز کو آہستہ آہستہ چلایا گیا تو ریت دو قطروں پر جمع ہو گئی، اور ہلکا سُر پیدا ہوا۔ یہ قطر تختی کے عقدی خطوط کہلاتے ہیں۔ مختلف مقامات پر گز چلانے اور ساتھ ہی کسی دوسری جگہ انگلی

رکھ دینے سے گول تختیوں کی مختلف شکلیں حاصل ہوتی ہیں جن میں سے چند کو شکل ۴۷



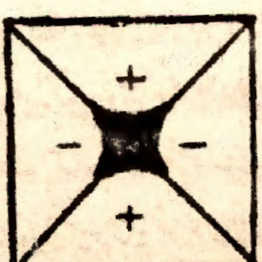
شکل ۴۷

میں دکھلایا گیا ہے۔ گول تختیوں کے بعد کلیڈنی نے مربع تختیوں سے بھی تجربے کئے۔ چنانچہ شکل ۴۶ میں مربع تختی رکھی جائے تو حسب شکل ۴۸ دو عقدی خطوط قائم ہو جاتے ہیں جو مربع تختی کو چار چھوٹے مربعوں میں تقسیم کر دیتے ہیں۔ شکل میں جن مربعوں میں + علامت ہے وہ اگر تختی کی سطح سے اوپر کی طرف حرکت کرتے ہیں تو − علامت والے نیچے کی طرف اور بالعکس عقدی خطوط گویا وہ حدود



شکل ۴۸

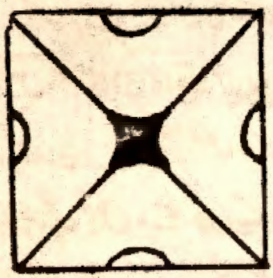
ہیں جہاں یہ دونوں مخالف حرکتیں ملتی ہیں اور اس لئے ایک حرکت سے دوسری حرکت میں عبور کے مقام ہیں۔ اب اگر تختی کے بازو کے ضلع کے وسط میں گز چلایا جائے اور ایک کونے پر اُنگلی رکھ دی جائے تو ریت جیسے گویا ناچتی ہو اور پھر بالآخر دونوں وتروں پر حسب شکل ۴۹ جمع ہو جاتی ہے۔



شکل ۴۹

اگر کونے کے علاوہ دو اور نقطوں پر انگلیاں رکھی جائیں اور مقابل کے

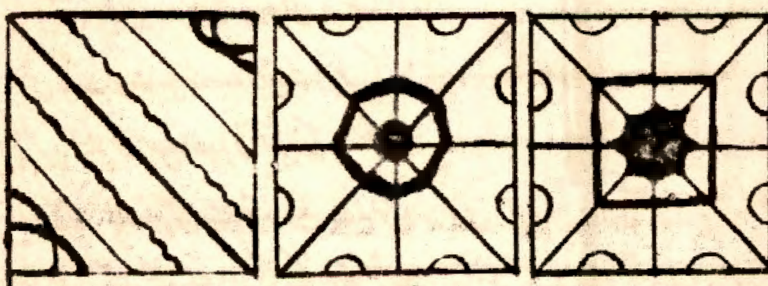
ضلع کے وسط میں گز چلایا جائے تو آواز بہت تیز سنائی دیتی ہے۔ اس سُر کو پیدا کرنے کے لئے تختی جس طرح ارتعاش کرتی ہے اس کو شکل ۵۰ میں دکھلایا گیا ہے۔



شکل ۵۰

یہ تجربے شیشے اور دھات دونوں کی تختیوں سے بہ خوبی انجام دیئے جا سکتے ہیں اور آج بھی اسی طرح انجام دیئے جاتے ہیں۔ مختلف مقامات پر انگلیاں رکھنے سے مختلف پیچیدہ شکلیں پیدا ہوتی ہیں۔ ان میں سے چند کو شکل ۵۱ میں دکھلایا گیا ہے۔

کلیڈنی نے سُروں کے متعلق ایک رسالہ بھی لکھا تھا۔ اور دو موسیقی آلے



شکل ۵۱

بھی ایجاد کئے تھے، لیکن اب وہ متروک ہیں۔

کلیڈنی نے ہوا کے علاوہ دوسری گیسوں میں آواز کی رفتار دریافت کی۔ اس کے لئے اس نے آرگن نلیوں میں گیس بھر دی، پھر جو سُر پیدا ہوا اس کا امتداد دریافت کیا، گیسوں یا ٹھوسوں میں رفتاروں کا مقابلہ کرنے کے لئے پروفیسر اے کنٹ[1]

---

[1] Prof. A. Kundt

نے ۱۸۶۶ء میں ایک طریقہ ایجاد کیا جو آج تک کنٹ کی غباری نلی والا طریقہ کہلاتا



شکل ۵۲

ہے اور داخل درس ہے۔ پاگنڈاف کے سالنامے میں پروفیسر کنٹ نے اس کی تفصیلات شائع کرائی تھیں۔ ہم بھی اسی کا اقتباس یہاں درج کرتے ہیں:۔

حسب شکل ۵۲ کی ب شیشے کی ایک نلی ہے جو کوئی سات فٹ لمبی ہے اور جس کا اندرونی قطر کوئی ۲، انچ کا ہے۔ اس کے ایک سرے پر ایک متحرک کارک ب ہے دوسرے سرے پر کارک ک ہے۔ اس میں سے ایک سلاخ (دھاتی یا شیشے کی) د دَ گزرتی ہے۔ اس کے سرے دَ پر ایک قرص ہے جو نلی کے اندرونی قطر کے بالکل برابر نہیں ہے۔ اس سے فائدہ یہ ہے کہ قرص ڈھیلی ڈھیلی رہتی ہے اور نلی کے ارتعاش میں خلل انداز نہیں ہوتی۔ ک پر سلاخ مضبوطی سے کس دی ہے اور یہی اس کا وسطی نقطہ بھی ہے۔ اسے لے کر ب تک نلی کے اندر لائکو پوڈیم کا سفوف چھڑک دیا جاتا ہے۔ ایک بھیگا کپڑا زور کے ساتھ د ک پر چلایا جاتا ہے۔ دَ اور ب کے درمیان سفوف فوراً ہی

حلقوں میں تقسیم ہو جاتا ہے، جیسا کہ شکل ۵۳ میں دکھلایا گیا ہے۔



شکل ۵۳

سفوف جو شکلیں بناتا ہے وہ ہوائی کالم کے طرز ارتعاش کو ظاہر کرتا ہے۔ بعض مقامات عقدہ ہوتے ہیں جہاں حرکت نہیں ہوتی۔ یہیں غبار حلقہ بناتا ہے۔ اور دو عقدوں کے بیچ میں غبار عرضاً قائم ہو جاتا ہے۔

اگر ہوائی کالم ب اَ کا طول سلاخ د دَ کے برابر ہو تو سولہ حلقے قائم ہوتے ہیں اور اگر حسب شکل ۵۳ جب ب اَ سلاخ د دَ کی نصف ہو تو آٹھ حلقے بنتے ہیں۔ اسی طرح کسنے کے مقام اور طول میں کمی بیشی کر کے ہوا کے ارتعاش کے مختلف طرز حاصل کئے جا سکتے ہیں۔

ایک انقلاب انگیز انکشاف ٹامس ینگ کا اُصول تداخل[۱] ہے جس کی اہمیت نور میں اتنی ہی ہے جتنی آواز میں۔ اس نے ۱۸۰۰ء میں ایک مقالہ شائع کیا جس میں اس کی تشریح کی تھی۔ موجی حرکت کا مطالعہ دو بھائیوں ولیم[۲] ویبر اور ارنسٹ[۳] ہائنرش ویبر (۱۷۹۵ء — ۱۸۷۸ء) نے اچھی طرح کیا۔ ۱۸۲۵ء میں اس پر اُنھوں نے ایک کتاب شائع کی۔

آواز کی رفتار مائعات میں:۔ آواز کو بھی ایک موجی حرکت سمجھا جاتا تھا۔

---

۱ Principle of Interference ۲ Wilhelm Weber ۳ Ernst Heinrich Weber

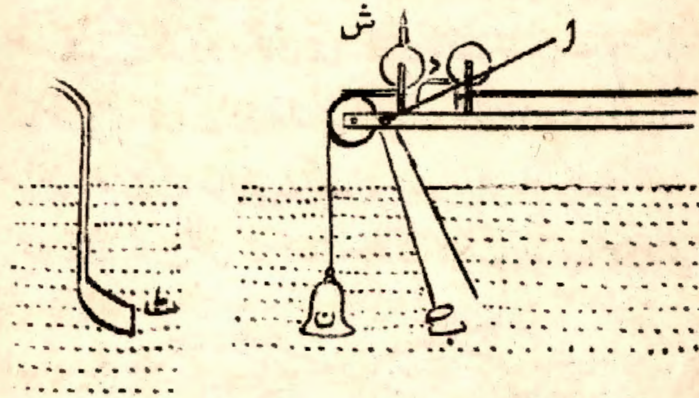
آواز کی موجیں تکثیف اور تلطیف کا سلسلہ سمجھی جاتی تھیں۔ اس لئے یہ خیال قائم تھا کہ مائعات میں آواز کی موجیں نہیں چل سکتیں۔ کیونکہ مائع غیر داب پذیر[۱] ہوتے ہیں یعنی دباؤ کے اثر کو قبول نہیں کرتے۔ ۱۶۵۷ء اور ۱۶۶۷ء کے درمیان فلارنس کی اکادمی نے پانی کی داب پذیری کو موضوع تجربہ بنایا تھا۔ چاندی کے کھوکھلے کرے بنائے گئے۔ ان میں پانی بھرا گیا۔ پھر ان کو اچھی طرح سے بند کر دیا گیا۔ پھر ان پر ہتھوڑے سے ضربیں لگائی گئیں۔ پانی دھات کے مسامات سے باہر نکل پڑا۔ بظاہر پانی داب پذیر نہیں ہے۔ بائل مانتا تھا کہ پانی لچکدار ہے لیکن اپنے خیال کی تائید میں کوئی تجربہ نہ پیش کر سکا۔

۱۷۶۲ء میں جان کینٹن[۲] نے رائل سوسائٹی کے سامنے دکھلایا کہ پانی داب پذیر ہے، لیکن اس مظاہرے پر کسی نے زیادہ توجہ نہیں کی۔ ۱۸۲۲ء میں ارسٹڈ[۳] داب پذیری سے متعلق زیادہ صحیح اعداد حاصل کئے۔ کینٹن کی طرح اس نے بھی یہ کیا کہ پانی والے ظرف پر دباؤ اندر باہر ایک ہی رکھا تاکہ گنجائش میں کوئی تغیر واقع نہ ہو۔ اس کے نتائج سے یہ معلوم ہوا کہ ایک ایٹماسفیر دباؤ بڑھا دینے سے اصلی حجم کا ۰۰۰۰۴۷ء حصہ گھٹ جاتا ہے۔ ۱۸۲۷ء میں جین دانیال کولاڈن جنیوا کے پروفیسر میکانیات نے قیمت ۰۰۰۰۵۱۳ء حاصل کی۔ اس میں شرکت یعقوب[۴] کارل فرانتس اسٹرم (۱۸۰۳ء - ۱۸۵۵ء) کی بھی تھی جو جنیوا کا رہنے والا تھا اور جو ۱۸۳۰ء کے بعد پیرس میں ریاضی کا پروفیسر ہو گیا۔

---

[۱] Incompreessible
[۲] John Canton
[۳] Oersted
[۴] Jacob Carl Frans Sturm

ان دونوں نے پانی میں آواز کی رفتار بھی دریافت کی۔ اس تجربے کے لئے جنیوا کی جھیل کا انتخاب کیا گیا۔ دو مقامات تھونان اور رول مقرر کئے گئے جن کے درمیان فاصلہ ۱۳۴۸۷ میٹر (تقریباً ۸½ میل) تھا۔ ہر مقام پر ایک ایک کشتی پانی میں ڈالی۔ (شکل ۵۲) پہلی کشتی ک کے



شکل ۵۲

ساتھ ایک گھنٹی ج تھی جو پانی میں ڈوبی ہوئی تھی۔ ایک خمیدہ بیرم ا تھا جس کے سرے پر موگری ب لگی تھی۔ یہ موگری گھنٹی ن پر پڑتی تھی۔ اسی بیرم میں ایک روشن بتی ش بھی لگی تھی۔ صنعت یہ تھی کہ موگری گھنٹی کو بجاتی تھی اسی وقت شعلہ جھک کر بارود د کو مشتعل کر دیتا تھا۔ دوسری کشتی میں ایک خاص قسم کی ترہی لگائی گئی جس کی گھنٹی ٹ پانی کے اندر تھی اور جس کا دہانہ ہ مشاہد اپنے کان میں لگا سکتا تھا۔ اس طرح وہ مدت معلوم کی گئی جو روشنی کی چمک اور پانی کے ذریعہ آواز پہنچنے میں لگی۔ پس ۸ ° کی تپش پر پانی

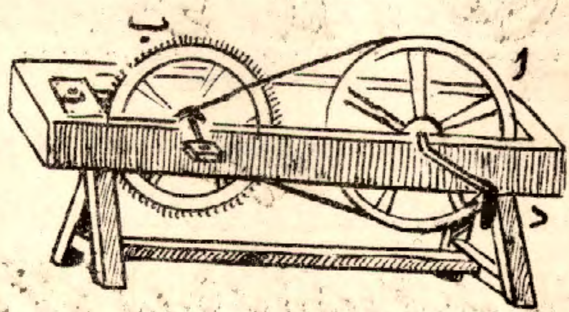
Trumpet ؎ Rolle ؎ Thonon ؎

میں آواز کی رفتار ۳۴ ۱۴ میٹر فی ثانیہ (۴۷۰۸ فٹ فی ثانیہ) - یہ رفتار ہوا کی رفتار کی کوئی چار گنا ہے۔

فیلکس ساوار (۱۷۹۱ء - ۱۸۴۱ء) پیرس میں ایک مدرس تھا اور بعد میں فرانس کے کالج میں طبیعیات کے محافظ خانے کا نگراں ہو گیا تھا۔ اس نے ۱۸۲۶ء میں یہ دکھلایا کہ پانی میں آواز کی موجیں اسی طرح چلتی ہیں جس طرح ٹھوسوں میں۔

سماعت کے حدود:- کان میں سننے کی طاقت بلند و پست دونوں آوازوں کے لئے محدود ہے۔ اس کے لئے ارتعاش کو شمار کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔

اس کام کے لئے ساوار نے ایک آلہ ایجاد کیا جو ساوار کا دندانہ دار پہیہ کہلاتا ہے۔ حسب شکل ۵۵ اس میں دھات کا ایک پہیہ پ ہوتا ہے جس کے



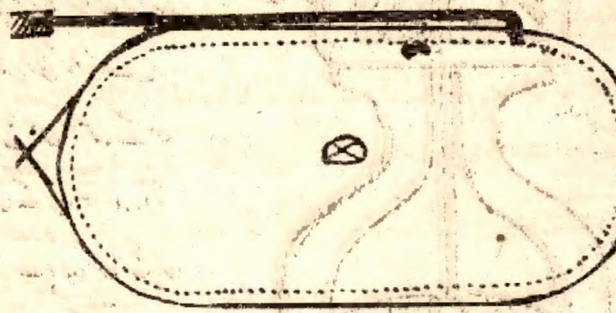
شکل ۵۵

محیط پر مساوی الفاصلہ تیز دندانے ہوتے ہیں۔ اس کو گردش دینے کے لئے ایک چرخ ا اور دستہ د لگے ہیں۔ دفتی یا لچکدار فولاد کی پتلی پتی ت کچھ اس طرح لگی ہوئی ہے کہ دندانہ دار پہیئے کا ہر دندانہ اس پتی سے رگڑ کھاتا ہے اور ایک آواز پیدا کر دیتا ہے۔ مثلاً اگر دندانوں کی تعداد ۶۰۰ ہو اور وہ ایک ثانیہ میں ۴ دفعہ حرکت کرے تو ہوا کو جو دھکے پہنچیں گے ان کی تعداد ۲۴۰۰ فی ثانیہ ہو گی۔ اسی کا دوسرا نام تعدد ہے

لے Felix Savart

جس کا انحصار گردش کی رفتار پر ہوتا ہے۔

اس سلسلے میں یوھنا[1] ٹامس زیبک (۱۷۷۰ء - ۱۸۳۱ء) نے یہ ترکیب نکالی تھی کہ حسب شکل ۵۶ء دفتی یا دھات کی ایک گول تختی کوئی ۱۲ انچ قطر کی لے کر



شکل ۵۶ء

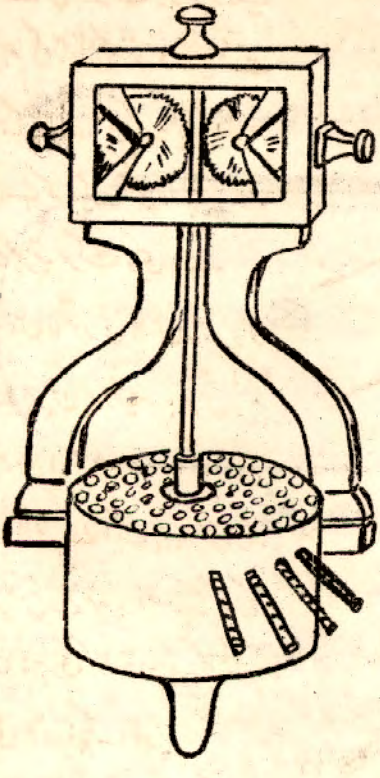
اس میں محیط کے قریب مساوی الفاصلہ سوراخ کئے۔ پھر اس تختی کو ایک چرخ میں لگا کر گردش دی تو سوراخ غائب ہو گئے اور ایک مسلسل دائرہ سا نظر آنے لگا۔ اس دائرے کے اوپر شیشے کی ایک خمدار نلی قائم کی گئی جس کا تعلق ایک دھونکنی سے تھا۔ پس دھونکنی چلانے سے ہوا نلی کی نوک سے نکل کر سوراخ میں سے گزرتی ہے۔ اس سے ہوا کا ایک ایک پف یا جھونکا پیدا ہوتا ہے۔ تختی کے گردش کرنے کی وجہ سے سب پف مل کر ایک آواز پیدا کرتے ہیں۔ گردش جتنی تیز ہو گی آواز اتنی ہی بلند تر ہو گی۔ دندانہ دار پہیے کی طرح یہاں بھی آواز کے تعدد کا انحصار گردش کی رفتار پر ہے۔ یہ آلہ قرصدار[2] گائن کہلاتا ہے۔

کانیار لاتور نے اس میں ترمیم اور اصلاح کی۔ چنانچہ لاتوری گائن شکل ۵۷ء میں دکھلائی گئی ہے۔ پیتل کی ایک نلی ن ہوا دان ہ میں لگی ہوئی ہے۔ ہوادان

---

[1] Johann Thomas Seebeck [2] Disc Siren

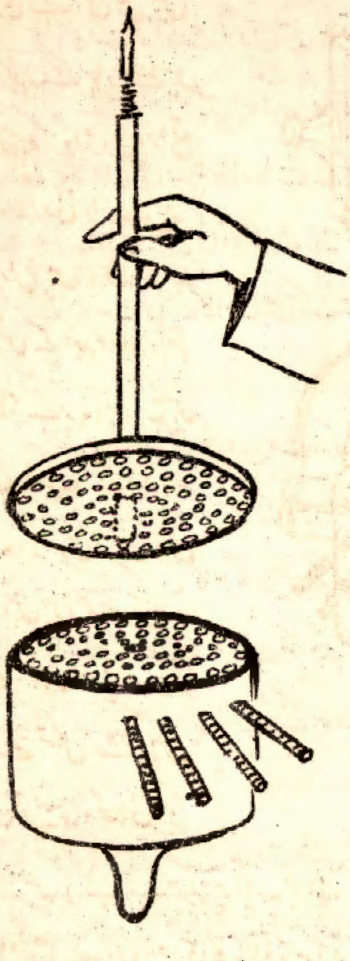
کو پیتل کی ایک قرص ا ب
بند کرتی ہے۔ اس تختی میں
سوراخوں کے چار سلسلے ہیں
جو چار ہم مرکز دائروں پر واقع
ہیں۔ اندرونی دائرے پر
۸ سوراخ ہیں، اس کے بعد
۱۰، اس کے بعد ۱۲، اور آخر
کے دائرے پر ۱۶ سوراخ ہیں
قرص ا ب کے اوپر
ایک دوسری قرص دی
ہے۔ اس میں بھی سوراخ ۸،
۱۰، ۱۲، اور ۱۶ ہیں۔ وضاحت
کے لئے شکل ۵۸ میں
دونوں قرصیں دکھلائی گئی



شکل ۵۷

ہیں۔ قرص ا ب کے مرکز پر ایک جوف ج ہے جس میں قرص دی کی دھری
کا سرا بیٹھتا ہے۔ اس دھری کا بالائی سرا ٹوپی ٹ (شکل ۵۷) میں لگا ہے۔
ساتھ ہی دھری کے ساتھ پہیے لگے ہیں جو گردشوں کو شمار کرتے جاتے ہیں۔

واضح رہے کہ قرص ا ب اور دی میں سوراخ سیدھے نہیں ہوتے
بلکہ ترچھے ہوتے ہیں۔ دونوں میں ترچھاپن ایک دوسرے کے مخالف ہوتا ہے
اس سے فائدہ یہ ہوتا ہے کہ قرص ا ب کے سوراخ میں سے جب ہوا نکل کر
دی کے سوراخ میں جاتی ہے تو دی کو گردش بھی دیدیتی ہے۔



شکل ۵۸

اس آلے کی بدولت ہر آواز دینے والے جسم کی آواز کا تعدد دریافت کیا جا سکتا ہے۔ حتیٰ کہ یہ بھی معلوم ہو سکتا ہے کہ ایک مکھی اپنے پر دل کو کتنے مرتبہ حرکت دیتی ہے۔

اس لاتوری گائن میں چار دائرے جرمن پروفیسر ہائزش ولہلم ڈو (۱۸۰۳ء-۱۸۷۹ء) کی اصلاح ہے ورنہ لاتور نے ایک ہی دائرہ رکھا تھا۔ ہلمہولٹس نے مزید اصلاح یہ کی کہ گائن دہری کر دی۔ ایک گائن نیچے رکھی اور ایک اوپر

یہ سب صورتیں تعدد کے دریافت کرنے کی تھیں۔ ان کی بدولت ساوارہ نے سماعت کی ادنیٰ حد ۸ ارتعاش فی ثانیہ قرار دی اور اپنے دندانہ دار پہیے کی مدد سے اعلیٰ حد ۲۴۰۰۰ ارتعاش فی ثانیہ قرار دی۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ اگر کوئی حرکت ایک ثانیہ میں ۸ سے کم ہو تو یا ۲۴۰۰۰ سے زیادہ ہو تو ہمارا کان اس کو محسوس نہیں کر سکے گا۔ ہلمہولٹس نے یہ حدود ادنیٰ کے لئے ۱۶ اور اعلیٰ کے لئے

۳۸۰۰۰ قرار دیں۔

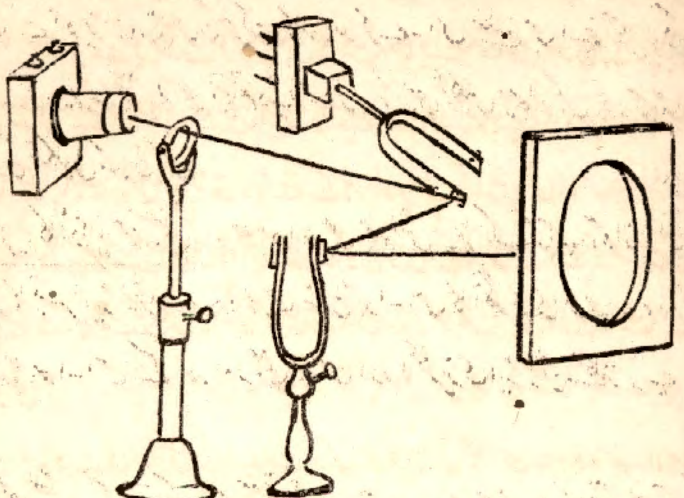
ہوتا یہ ہے کہ مختلف لوگوں میں طاقت سماعت مختلف ہوتی ہے۔ چنانچہ جان ٹنڈال نے ۱۸۸۳ء میں اپنا ایک واقعہ لکھا ہے کہ "میں ایک دوست کے ساتھ الپس[1] کے پہاڑوں میں جا رہا تھا۔ راستے کے ہر دو جانب گھانس تھی۔ اس پر بکثرت کیڑے مکوڑے تھے۔ ان کی آواز سے فضا گونج رہی تھی۔ میں نے اس کو محسوس کیا۔ لیکن میرے دوست کو اس کا احساس تک نہ تھا۔ وہ آواز اس کی حد سماعت سے باہر تھی۔"

سماعت کی حد اعلیٰ کی دریافت کے لئے فرانسس[2] گالٹن (۱۸۲۲ء۔ ۱۹۱۱ء) نے ایک سیٹی ایجاد کی جو گالٹن کی سیٹی کہلاتی ہے۔ اس سیٹی میں، جو دھات کی بنی ہوتی ہے ہوائی کالم کم و بیش کیا جا سکتا ہے۔ سیٹی مُنہ سے یا دھونکنی سے بجائی جاتی ہے۔ ہوائی کالم جب کم ہو جاتا ہے تو آواز تیز تر ہوتی جاتی ہے یہاں تک کہ پھر سُنائی نہیں دیتی۔ سیٹی کے اندر ہوائی کالم کی پیمائش سے تعدد کا پتا لگایا جاتا ہے۔

ارتعاشوں کی ترکیب:- ارتعاشوں کی ترکیب کا مطالعہ کرنے کی غرض سے پیرس کے سان لوئی کالج کے پروفیسر لسا جو[3] (۱۸۲۲ء۔ ۱۸۸۰ء) نے ۱۸۵۵ء میں ایک بہت خوبصورت طریقہ ایجاد کیا۔ دو آواز پیدا کرنے والے جسم مثلاً دو دو شاخوں میں چھوٹے چھوٹے آئینے لگا دیئے۔ (شکل ۵۹ء) روشنی کی ایک شعاع پہلے ایک آئینہ پر پڑتی ہے پھر دوسرے آئینے پر منعکس ہوتی ہے پھر وہاں سے ایک پردے پر منعکس ہوتی ہے۔ دونوں دو شاخے اس طرح

---

[1] Alps　[2] Francis Galton　[3] lissajou



شکل ۵۹ع

رکھے جاتے ہیں کہ دونوں کے ارتعاش ایک دوسرے پر عمودوار ہوتے ہیں دو شاخوں کو جب حرکت میں لایا جاتا ہے نور روشنی کی شعاع ان کی حرکتوں کو ترکیب دے کر پردے پر ایک شکل بنا دیتی ہے۔

اس طرح جو شکلیں حاصل ہوتی ہیں وہ لساجو کی شکلیں کہلاتی ہیں۔ یہ تعداد میں بہت کافی ہوتی ہیں۔ مختلف حالات کے تحت مختلف شکلیں حاصل ہوتی ہیں اور بہت خوبصورت معلوم ہوتی ہیں۔ اگرچہ عام طور پر یہ لساجو کے نام سے موسوم ہیں تاہم ریاستہائے متحدہ امریکہ میں بہت عرصہ قبل ناتھانیل بوڈیچ (۱۷۷۳-۱۸۳۸ء) نے ان کو دریافت کر لیا تھا۔ ۱۸۱۵ء میں برلنگٹن کے پروفیسر ڈین[1] نے ایک مقالہ شائع کیا تھا جس کا موضوع تھا "زمین کی حرکت چاند سے دیکھنے پر" اس کی توضیح کے لئے مرکب رقاص ایجاد کیا۔ جس کی نسبت کہا جاتا ہے کہ ۲۹ برس بعد

Doof Dean at Nathaniel Bowdich [1]

بلیک[1] برن نے سائنس میں داخل کیا۔ اس مقالہ کو دیکھکر بوڈچ کو خیال ہوا کہ دو ۲ نقطوں سے آویزاں رقاص کی حرکت کا مطالعہ کرے۔ اس سلسلے میں اپنے نظریے کی تائید میں اس نے چند تجربے بھی انجام دیئے۔ اس نے ایسی شکلیں ایجاد کیں جو وہی ہیں جو لساجو کی شکلیں کہلاتی ہیں۔

هلمهولٹس کا نظریہ موسیقی :- ۱۸۶۳ء میں هلمهولٹس نے ایک کتاب آواز پر شائع کی۔ اس کا تیسرا ایڈیشن ۱۸۷۰ء میں شائع ہوا۔ اس کا انگریزی ترجمہ ۱۸۷۵ء میں شایع ہوا۔ اس کے بعد اور بھی جرمن اور انگریزی ایڈیشن نکلتے رہے ہیں۔

هلمهولٹس کے نزدیک موسیقی سُر ہوا میں دوری حرکات کا نتیجہ ہوتے ہیں۔ اس نے ان سُروں میں حدّت[2]، امتداد[3] اور کیفیت[4] کے اعتبار سے امتیاز کیا۔ کسی آواز کی کیفیت جزئی سرتیوں سے معین ہوتی ہے۔ ٹنڈال نے ان کا نام اوورٹون[5] رکھا۔ تقریباً تمام موسیقی سُروں میں یہ اوورٹون ہوتے ہیں۔ ان ہی کی تعداد اور اضافی حدّت سے کیفیت کا تعین ہوتا ہے۔ اوہم[6] نے یہ بتلایا کہ ارتعاش کی صرف ایک صورت ایسی ہوتی ہے جس میں اوورٹون نہیں ہوتے۔ وہ دو شاخے کا ارتعاش ہے۔ یا پھر رقاص کا۔

هلمهولٹس نے ایسے آلے ایجاد کئے جن سے موسیقی سُروں کی بالعموم اور انسانی آواز کی بالخصوص تحلیل کی جا سکتی ہے۔ اسی طرح اس نے برقی طریقہ پر دوشاخوں کو چلا کر مصنوعی طور پر انسانی آواز کے حروف علت

Pitch [2] Intensity [3] Blackburn [1]

Ohm [6] Overtone [5] Quality [4]

پیدا کئے۔

ضربوں کے مطالعہ سے ہلمہولٹس نے موسیقیت کا ایک نیا نظریہ قائم کیا۔ جب دو آوازیں اپنے ارتعاش کے تعدد کے اعتبار سے ایک دوسرے سے قریب تر ہوتی ہیں تو بہ یک وقت دونوں آوازیں پیدا کرنے پر وہ ایک دوسرے سے مل جاتی ہیں۔ جس سے کہیں آواز میں اُتار پیدا ہوتا ہے اور کہیں چڑھاؤ۔ اس اُتار چڑھاؤ کے مجموعہ کو ایک ضرب کہتے ہیں۔ ہلمہولٹس نے ایک قیمتی گائن تیار کی اور اس کے ذریعہ ضربوں کے تجربے کئے۔ دو سادہ سُروں کی صورت میں اکائی مدّت میں ضربوں کی تعداد سُروں کے تعددوں کے فرق کے مساوی ہوتی ہیں۔ اگر ضربوں کی تعداد ۳۳ فی ثانیہ ہو تو آواز بہت ہی ناگوار گزرتی ہے۔ اگر تعداد اس سے گھٹ جائے یا بڑھ جائے تو پھر ناگواری ذرا کم ہو جاتی ہے۔ اگر تعداد ۱۳۲ سے بڑھ جائے تو ناگواری بالکلیہ غائب ہو جاتی ہے۔ اگر ہر آواز کے ساتھ اس کے اوورٹون ہوں تو موسیقیت یا عدم موسیقیت کا مسئلہ اور بھی پیچیدہ ہو جاتا ہے۔ بنیادی یا اصلی سُر اور اوورٹونوں یا سریتوں کے درمیان یا پھر خود سریتوں میں جو ضربیں پیدا ہوتی ہیں اُن کا لحاظ رکھنا ضروری ہے۔ عام طور پر ایسا ہوتا ہے کہ موسیقی آوازوں کے امتداد (تعدد) میں فرق ایسا رکھا جائے کہ ضربیں زیادہ نمایاں ہو جائیں تو دونوں بنیادی سُروں کے ارتعاشوں کی نسبت ظاہر کرنے والا عدد بڑے سے بڑا ہوتا چلا جاتا ہے۔ اس طرح ہلمہولٹس کے نظریے سے یہ بات بخوبی واضح ہو جاتی ہے کہ سادہ ترنسبتیں کیوں خوشگوار ہوتی ہیں۔

Fundamental — Beats ضربوں

موسیقاروں اور فلاسفہ نے اس نظریے کی بہت کچھ مخالفت کی لیکن اس میں اُن کو کامیابی نہیں ہوئی اور اب تو مخالفت بھی غائب ہو گئی ہے۔

جب دو سادہ موسیقی سُر ایک ساتھ آواز دیتے ہیں تو دو باتیں پیدا ہوتی ہیں ایک تو ضربیں جن کا ذکر اوپر آ چکا۔ دوسرے اجتماعی[1] سرتیاں۔ ان سرتیوں کی دو قسمیں ہیں۔ ایک جمعی[2] سرتیاں کہلاتی ہیں جن کا انکشاف ہلمہولٹس نے کیا۔ دوسری تفریقی سرتیاں جن کو ۱۷۴۴ء میں جرمن ارگن نواز انڈریز سارگے[3] نے دریافت کیا تھا۔ نیز اطالوی بیلا نواز گیوسپ[4] تارتینی نے۔ فرض کرو کہ دو سادہ سروں کے ارتعاش م اور ن فی ثانیہ ہیں۔ تو تفریقی سرتی کے ارتعاش (م – ن) فی ثانیہ اور جمعی سرتی کے ارتعاش (م + ن) فی ثانیہ ہوں گے۔ تفریقی سرتی پیدا کرنے کے لئے ضروری ہے کہ اصلی سُر معتد بہ حدت کے ہوں۔ ہلمہولٹس نے اس کے لئے گائن استعمال کی۔ جمعی سرتیوں کا مشاہدہ کرنا اور بھی دقت طلب ہے۔ ہلمہولٹس نے ان کی پیشین گوئی کی تھی اور انھیں دریافت بھی کیا۔

روڈالف کونگ[5] (۱۸۳۲ء–۱۹۰۱ء) پیرس میں ایک صوتی آلہ ساز تھا۔ اس کے خیالات ہلمہولٹس کے خلاف تھے۔ کونگ کا خیال تھا کہ جب ضربیں تیز ہو جاتی ہیں تو نئی سرتیاں پیدا ہو جاتی ہیں۔ یہ نظریہ نیا تھا لاگرانژ[6] اور ٹامس ینگ بھی اسی کے حامی تھے۔ لیکن ہلمہولٹس نے اسے

---

[1] Combinationtones [2] Summationtones [3] Differential tones [3] Andreas Sorge [4] Giuseppe Tartini [5] Rudolf König [6] Lagrange

رد کر دیا۔ کوئنش نے بڑے بڑے دو شاخے بنا کر اپنے نظریے کی تصدیق چاہی۔ کوئنش کو یقین نہیں تھا کہ ان دو شاخوں کی مدد سے جمعی اور تفریقی سرتیاں سُنی جا سکتی ہیں، لیکن اس نے یہ دعویٰ کیا کہ ایسی سرتیاں سُنائی دیتی ہیں جو ضربی[1] سرتیاں کہلاتی ہیں۔

۱۸۹۰ء میں وُآگٹ[2] (۱۸۵۰ء — ۱۹۱۹ء) نے بتلایا کہ ہلمولٹس کی اجتماعی سرتیاں اور کوئنش کی ضربی سرتیاں دونوں نظری طور پر پیدا ہو سکتی ہیں۔ یہ حالات پر منحصر ہوتا ہے کہ کون سی سرتیاں غالب رہیں گی۔ اگر دونوں ارتعاشوں کی توانائی تقریباً برابر ہو جائے تو اجتماعی سرتیاں غالب رہتی ہیں ورنہ ضربی سرتیاں آسانی سے سُنائی دیتی ہیں۔

۱۸۵۹ء میں لیآن[3] اسکاٹ نے ایک ایجاد کی تھی جس میں کوئنش نے اصلاح کی اور بالآخر آواز کی تحلیل کے لئے مشہور و معروف کوئنش کا داب پیمائی[4] شعلہ وجود میں آیا۔

---

[1] Beat tones [2] Voigt
[3] Leon Scott [4] Manometric

گیارھواں باب

طبیعات انیسویں صدی میں (مسلسل)

موجی نظریہ کا احیا ایک صدی تک عملاً فراموش کردیئے جانے کے بعد نور کے موجی نظریہ کو ینگ نے دوبارہ زندہ کیا

ٹامسؔ ینگ موضع ملورٹنؔ ضلع سومرسٹؔ شائر واقع انگلستان کا رہنے والا تھا۔ وہ ۱۷۷۳ء میں پیدا ہوا۔ اس سائنس داں کا بچپن غیر معمولی گزرا ہے۔ کہتے ہیں دو برس کی عمر میں وہ روانی کے ساتھ پڑھ سکتا تھا۔ جب چار برس کا ہوا تو انجیل کو دو مرتبہ ختم کرچکا تھا چھ برس کا ہوا تو اُسے گولڈ اسمتھؔ کی کتاب "قریۂ مخلوع" ازبر تھی۔ کتابیں پڑھنے کا اسے ایسا شوق تھا کہ ایک کے بعد ایک کتاب ختم کرتا جاتا تھا۔ چاہے وہ کتاب ادب پر ہو۔ یا سائنس پر۔ تعجب اس پر ہوتا ہے کہ اس کی جسمانی اور ذہنی قوتیں برابر بڑھتی رہیں۔ ۱۴ برس کی عمر میں اس نے شکر کا استعمال ترک کردیا کیونکہ وہ بردہ فروشی کا سخت مخالف تھا۔ انیس برس کی عمر ہوئی تو اس نے طب کی تعلیم شروع کی۔ پہلے لندن میں طب کی تحصیل کی۔ بعد میں ایڈنبرا اور گوٹنگسن میں اور بالآخر کیمبرج میں اس کی تکمیل کی۔ ۱۸۰۰ء میں لندن میں اس نے اپنا مطب شروع کیا۔ ایک سال بعد رائل انسٹیٹیوشن

Somerset ؂ Milverton ؂ Thomas Young ؂

Deserted Village ؂ Goldsmith ؂

میں اسے طبعی فلسفہ یعنی سائنس کی پروفیسری پیش کی گئی جسے اس نے قبول کرلیا۔ ایک سال پیشتر ہی کاونٹ رمفورڈ نے اس ادارے کا افتتاح کیا۔ وہ دو برس تک اس عہدے پر رہا۔ جنوری ۱۸۰۲ء سے مئی ۱۸۰۳ء تک اس نے لکچروں کا ایک سلسلہ دیا۔ ۱۸۰۷ء میں یہ لکچر مع دیگر لکچروں کے بنام "طبعی فلسفہ اور میکانکی فنون پر لکچر" شائع ہوئے یہ لکچر آج بھی پڑھنے کے قابل ہیں۔ ۱۸۰۲ء میں رائل سوسائٹی نے ینگ کو اپنا معتمد خارجہ مقرر کیا۔ اس عہدے پر وہ تاحیات رہا۔ وہ ہفت زبان تھا یعنی سات زبانیں بول سکتا تھا۔ اور ہیرو غلیفی رسم خط پر سند کی حیثیت رکھتا تھا اس موضوع پر نیوٹن نے بھی اپنی آخری عمر میں کچھ کام کیا تھا ۱۸۲۹ء میں اس نے انتقال کیا

ینگ کی اولین تحقیقات آنکھ کی تشریحی اور مناظری خاصیتوں پر تھیں۔ چنانچہ اس نے یہ تبلایا تھا کہ آنکھ کے قلمی عدسے کا انحناء مختلف فاصلوں سے اشیاء کو دیکھنے کے لئے بدلتا رہتا ہے، اس کے بعد مناظری انکشاف کا ایک دور گزرتا ہے جو ۱۸۰۱ء سے ۱۸۰۴ء تک رہا۔ اس نے جو نظریہ قائم کیا اس کا لوگوں نے مذاق اڑایا اس لئے اس نے دوسرے موضوع انتخاب کئے۔ بارہ برس تک وہ مطب کرتا رہا جب اس نے سنا کہ فرانس میں فرینل نے اس کے نظریہ کو نمایاں کیا ہے تو اس نے پھر علم مناظر کا مطالعہ شروع کردیا۔ مناظری انکشاف کا یہ گویا دوسرا دور ہے۔

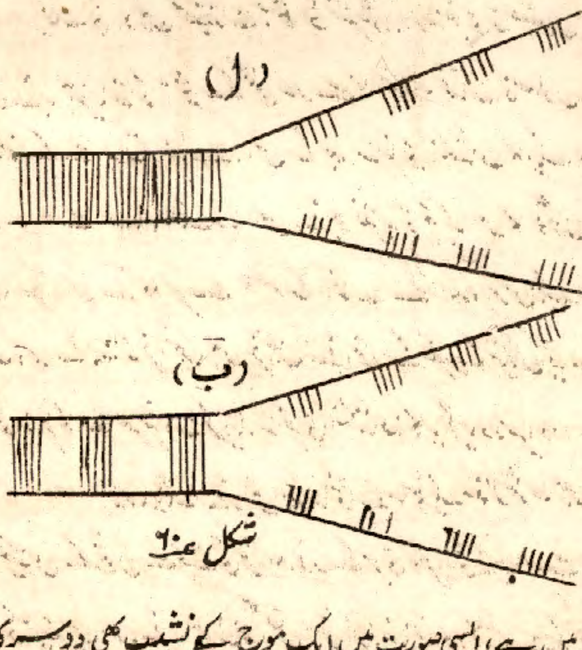
۱۸۰۱ء میں ینگ نے رائل سوسائٹی کے سامنے ایک مقالہ پڑھا جس میں اس نے پتلی تختیوں کے رنگوں سے بحث کی تھی اور نور کے موجی نظریہ کی زبردست حمایت کی تھی۔ اس کی تائید میں اس نے اصول تداخل[1] پیش کیا۔ چنانچہ وہ کہتا ہے کہ جب دو[2] تموج مختلف مبدء سے چل کر سمت میں یا تقریبًا پورے طور پر منطبق ہوتے ہیں۔ تو ان کا

---

[1] PRINCIPLE OF INTERFERENCE [2] HIEROGLYPHICS

مجموعی اثر دونوں کی حرکتوں کے امتزاج کا نتیجہ ہوتا ہے

رابرٹ ہک نے اس اصول کی طرف اشارہ کیا تھا۔ لیکن ینگ کو اس کی اطلاع اس وقت ہوئی جب وہ اس نتیجہ تک پہونچ چکا تھا۔ ینگ نے آواز اور نور میں اس اصول سے اچھی طرح کام لیا۔ رنگوں کی توجیہہ بخوبی کی، نیوٹن کے بعد سے طبیعی مناظر پر ایسی کوئی اشاعت نہیں ہوئی تھی جیسی کہ ینگ کا مقالہ تھا۔ تداخل کے مفہوم کو واضح کرنے کے لئے ہم یہاں ایک مثال پیش کرتے ہیں:۔ فرض کرو کہ پانی کی دو موجیں ایک دوسرے سے مل کر ایک تنگ نہر میں گزرتی ہیں۔ دیکھو شکل ۶۰ - اب دو صورتیں ممکن معلوم ہوتی ہیں۔ پانی کی موج میں نشیب اور فراز ہوتے ہیں۔ ہو سکتا ہے کہ جب دونوں موجیں نہر کے دہانے تک پہونچیں تو ایک موج کے فراز دوسری موج کے فرازوں پر منطبق ہوں



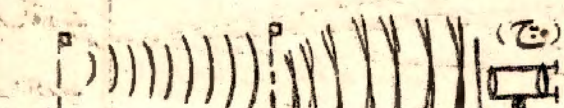
شکل ۶۰

جیسا کہ شکل ۶۰ ب میں ہے، ایسی صورت میں ایک موج کے نشیب بھی دوسری موجوں کے نشیبوں پر منطبق ہوں گے۔ یا پھر یہ صورت ہو سکتی ہے کہ ایک موج کے فراز دوسری موج کے نشیبوں سے منطبق ہوں۔ جیسا کہ شکل ۶۰ ب میں دکھلایا گیا ہے پہلی صورت میں دونوں فراز اور دونوں نشیب مل جائیں گے۔ اور اب جو موج قائم

ہوکر نہر میں گزرے گی، وہ ہر دو انفرادی موجوں سے بڑی ہوگی، دوسری صورت میں ایک موج کے فراز دوسری موج کے نشیبوں میں بیٹھ جائیں گے۔ اور نتیجہ یہ ہوگا کہ تمام نشیب و فراز برابر ہو جائیں گے۔ اور اب جو پانی نہر میں گزرے گا وہ بے تموج ہوگا۔

اس اصول پر ینگ نے جو تجربہ انجام دیا وہ سادہ سا ہے۔ ہر شخص اسے انجام دے سکتا ہے۔ جو سامان ینگ نے استعمال کیا اسے شکل ع۱۱ میں دکھلایا گیا ہے

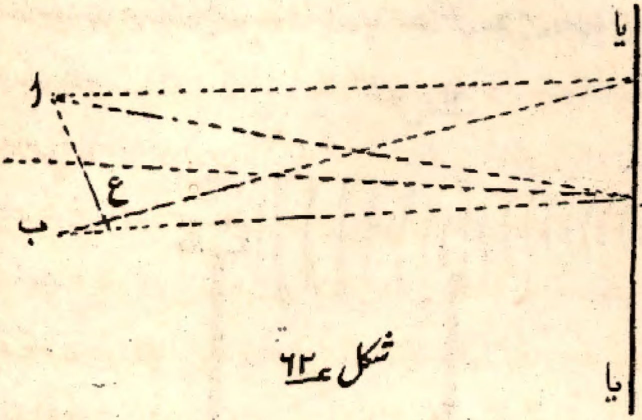
شکل ع۱۱



لا ایک ایستادہ ہے جس میں پیسے کے پتر کا ایک پردہ (تقریباً ۲ انچ مربع) لگا ہے اس میں ایک باریک سوراخ پ ہے۔ اس کے بائیں جانب روشنی کا مبدء رہتا ہے۔ ینگ نے سفید روشنی استعمال کی تھی۔ یہ روشنی اس طرح ڈھکی ہوئی تھی کہ صرف پ پر روشنی پڑتی تھی۔ اور باقی کمرے میں تاریکی سی تھی۔ ما ایک دوسرا ایستادہ ہے اس میں بھی ویسا ہی پردہ لگا ہے۔ البتہ اس میں ایک کی بجائے دو ننھے ننھے سوراخ ا اور ب ہیں، ان سوراخوں کو ایک چھوٹا ہونا چاہیئے اور ان کا درمیانی فاصلہ نصف ملی میٹر سے بھی کم ہونا چاہیئے۔ سوراخ کرنے کی ایک عمدہ ترکیب یہ ہے کہ پتر کو شیشے کی تختی پر رکھا جائے۔ اور پھر ایک باریک سوئی سے سوراخ کیا جائے۔ یا ایک سفید پردہ ہے جس پر ا اور ب سے آنے والی روشنی پڑتی ہے۔ تینوں پردوں کے درمیان ایک فٹ کا فاصلہ مناسب ہوتا ہے۔ پردے یا کی بجائے ایک

چشمہ چج[1] بھی استعمال کیا جاسکتا ہے۔ پ سے روشنی کی موجیں چلتی ہیں وہ دوسرے پردے پر واقع ہوتی ہیں وہاں سے پھر دو موجیں ا اور ب سے نکلتی ہیں۔ یہ دونوں پردے یا پر یا چشمہ چج پر واقع ہو کر تداخل پیدا کرتی ہیں۔ اس کی کیفیت ۶۲ سے سمجھ میں آسکتی ہے

فرض کرو کہ پردے یا پر ایک نقطہ م ہے جو ا اور ب سے مساوی فاصلہ پر ہے اس لئے ا



شکل ۶۲

اور ب سے موجیں م پر ایک ساتھ پہونچیں گی اور ایک دوسرے کو تقویت پہونچائیں گی اب فرض کرو کہ پردے پر م سے ہٹ کر ہم نقطہ ن تک پہونچتے ہیں۔ تو فاصلے ن ب برابر نہ ہوں گے۔ جتنا دور نقطہ ن لیا جائے گا اتنا ہی دونوں فاصلوں میں فرق بھی زیادہ ہوگا۔ اگر نقطہ ن ایسا لیا جائے کہ ن ب کا فاصلہ ن ا سے بقدر نصف طول موج زیادہ ہو تو ا اور ب سے چلنے والی موجیں جب ن پر پہنچیں گی تو ان کے راستے میں نصف طول موج کا فرق واقع ہو جائے گا۔ اس کا مطلب یہ ہوگا کہ کوئی موج کا فراز ن پر پہنچے گا تو اسی وقت ب والی موج کا نشیب بھی پہنچے گا۔ نتیجہ یہ ہوگا کہ ن پر کوئی ہیجان نہ ہوگا اب اگر ان کو اور زیادہ دور ہٹا دیں تو پھر ن ب اور ن ا میں فرق ایک طول موج کا واقع

---

[1] Eyepiece

ہو سکتا ہے، جس سے دونوں موجیں ایک دوسرے کو قوی کر دیں گی۔ اسی طرح ہم کو باری باری ایسے نقاط ملیں گے، جہاں ہیجان بہت قوی ہوگا، یا بالکل نہ ہوگا، یہ کیفیت م سے نیچے والے نقطوں پر بھی صادق آئے گی جن نقطوں پر ہیجان نہ ہوگا وہ تاریک نظر آئیں گے اور باقی نقطے روشن ہوں گے۔ لیکن سفید روشنی استعمال کی جائے تو پردے پر رنگین دھاریاں نظر آئیں گی۔ کیونکہ سفید روشنی کئی رنگوں پر مشتمل ہے۔ مرکزی نقطہ تو سب رنگوں کے لئے برابر فاصلہ پر ہے۔ اس لئے وہ تو سفید رہے گا۔ لیکن ن پر فرض کرو کہ سرخ روشنی کی موجوں میں تداخل واقع ہوتا ہے تو بنفشئی موجوں میں نہ ہوگا۔ پس بجائے تاریکی کے سفید روشنی پردے پر رنگین دھاریاں پیدا کردے گی جو بہت بھلی معلوم ہوتی ہیں

آج ان تجربوں سے سب واقف ہیں، اور ان سے استفادہ کرتے ہیں۔ لیکن ینگ نے جب یہ تجربہ انجام دیا تھا تو اس وقت بڑے بڑے لوگ بھی اس کے سمجھنے سے قاصر تھے چنانچہ ان میں سے ایک نام لارڈ بروہم[ل] کا بھی ہے، بروہم نے ایڈنبرا ریویو کے شمارہ ۲ اور ۹ میں ینگ کے نظریے پر بہت سخت تنقید کی، چنانچہ اس نے لکھا کہ "ینگ کے مقالوں میں کوئی ایسی بات نہیں ہے جس پر تجربہ یا انکشاف کا نام صادق آسکے۔ ان میں کسی قسم کی کوئی خوبی نہیں ہے ..... ہم اپنی صدائے ناتواں بطور احتجاج ان نئی باتوں کے خلاف بلند کرنا چاہتے ہیں جن کا اثر سائنس کی ترقی کو روک دینے کے سوا کچھ نہیں ہے۔"

اصول تداخل کو "عبث" اور "غیر منطقی" قرار دینے کے بعد تبصرہ نگار لکھتا ہے کہ "ہم اس مصنف کے افکار نیم شبی کو فی الحال نظر انداز کرتے ہیں۔ ہم نے ان افکار میں علمیت ذہانت اور جدت کی بہت تلاش کی لیکن کامیابی نہیں ہوئی، ورنہ شاید تلافی ہو جاتی۔"

LORD BROUGHAM ل

فکر رزیں کے فقدان کی سنجیدہ اور صبر آزما تحقیق کے فقدان کی اور فطرت کے اعمال کے مستقل مشاہدے سے کلیات کے کامیاب نشوونما کی فقدان کی"

ینگ نے اس کا جواب رسالہ کی صورت میں بڑی قابلیت سے مرتب کیا۔ لیکن دنیائے سائنس میں رائے عامہ اس کے نظریے کے موافق نہیں ہوئی۔ کیونکہ بقول ینگ کے اس رسالہ کا صرف ایک نسخہ فروخت ہوا۔ ٹنڈال نے لکھا ہے کہ بیس برس تک اپنے ہموطنوں کی قدرداں نگاہوں سے پوشیدہ اس مرد فطین کی تمام کوششوں پر پانی پھیر گیا۔ اس کو خبطی سمجھا گیا۔ وہ بھی ایسے شخص کی تنقید کی وجہ سے جسے پبلک کا اعتبار حاصل تھا فرانس کے فرینل اور اراگو کی بدولت ینگ کے حقوق دوبارہ تسلیم کئے گئے

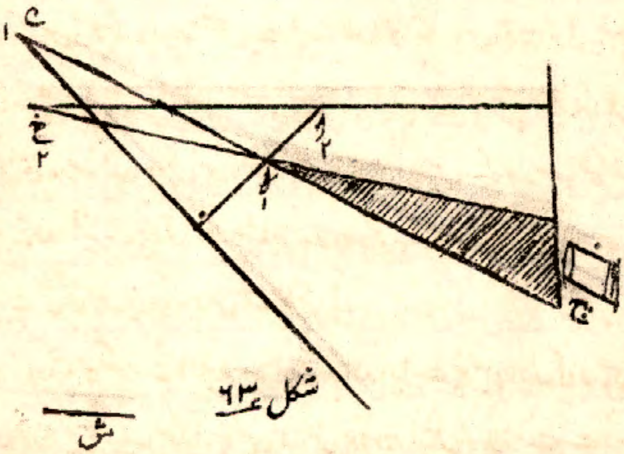
اگسٹین ژاں فرینل فرانس کے علاقہ نارمنڈی میں بمقام بروگلی ۱۷۸۸ء میں پیدا ہوا۔ ینگ نے پڑھنا لکھنا جس قدر جلد سیکھا تھا فرینل نے اس میں اتنی ہی دیر لگائی چنانچہ ۸ برس کی عمر تک اسے مشکل سے پڑھنا لکھنا ہوتا تھا۔ اس وقت کوئی یہ نہیں کہہ سکتا تھا کہ آگے چل کر فرینل مشاہیر سائنس میں شمار کیا جائے گا۔ تیرہ برس کی عمر میں وہ کین کے مرکزی مدرسہ میں داخل ہوا۔ سولہ برس کی عمر میں پیرس کے مدرسہ پالٹیکنک میں شریک ہوا جب وہ انجینیر بن چکا تو اسے مشاہدے اور تجربے کا کچھ شوق ہوا۔ اسے ایک سرکاری ملازمت مل گئی جس پر وہ ۸ برس تک فائز رہا۔

وہ شاہی حکومت کا زبردست حامی تھا اور ایسے نپولین اول کی واپسی کی مخالفت میں وہ فوج میں شریک ہوگیا۔ نپولین ناراض ہوا اور فرینل کو ملازمت سے دست بردار ہونا پڑا جب لوئی ہژدہم تخت فرانس پر دوبارہ متمکن ہوا تو فرینل کو دوبارہ انجنیری کی خدمت مل گئی۔ فرینل نے ۱۸۲۷ء میں انتقال کیا۔

AUGUSTIN JEAN FRESNET ۱
BROGLIE ۳ NORMONDY ۲

۱۸۱۵ء سے فرینل کی تجربی تحقیقات کا آغاز ہوتا ہے۔ دسمبر ۱۸۱۴ء کے ایک خط میں اس نے ایک جگہ لکھا ہے کہ "میں نہیں جانتا کہ نور کی تقطیب[۲۲] سے کیا مطلب ہے" ایک سال کے اندر یعنی اکتوبر ۱۸۱۵ء میں اس نے اکادمی کے سامنے انکسار[۲۳] پر ایک اہم مسئلہ پیش کیا۔

فرینل نے از خود اصول تداخل دریافت کیا تھا۔ اسے ینگ کی تحقیق کی اطلاع نہیں تھی۔ طبیعیات کے بہت سے ماہر اس بات کو ماننے کے لئے تیار نہیں تھے کہ یہ سب مظاہر تداخل کا نتیجہ ہیں۔ انکساری دھاریوں کا علم گریمالڈی کے زمانے سے تھا۔ اور خروجی نظریے پر اس کی توجیہہ کی جاتی تھی۔ جو اعتراض سے بری نہ تھی۔ اس سے بچنے کے لئے فرینل نے دو آئینوں والا تجربہ ایجاد کیا۔ چنانچہ فرض کرو کہ حسب شکل ۶۳ سوڈیم کے شعلے کی روشنی ایک شگاف ش سے گزر کر دو آئینوں ا اور ۲ پر پڑتی ہے



شکل ۶۳

یہ دونوں آئینے ایک دوسرے پر تقریباً ۱۸۰ پر مائل ہیں۔ شگاف کو اس طرح گھمایا جاتا ہے کہ آئینوں کے ملنے والے خط کے متوازی ہو جاتا ہے۔ ۱ سے جو روشنی منعکس ہوتی ہے

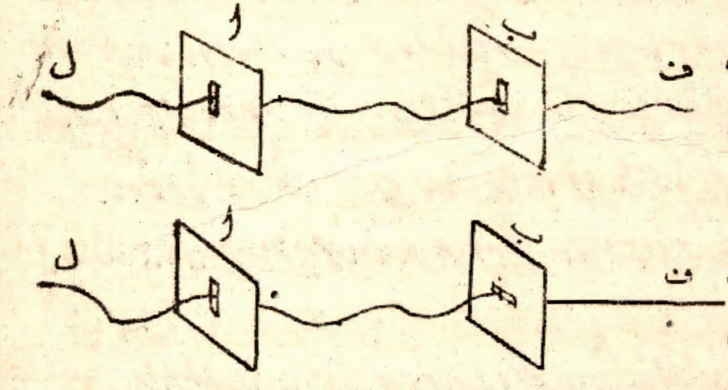
DIFFRACTION ۲۳　　POLARISATION ۲۲

وہ ع سے معلوم ہوتی ہے۔ اسی طرح گاہ والی روشنی چ سے آتی معلوم ہوتی ہے جہاں دونوں منعکس روشنیاں ایک دوسرے سے ملیں گی۔ وہاں تداخل واقع ہوگا۔ اور اگر چشمہ تچ سے دیکھا جائے تو شگاف کے متوازی روشن اور تاریک تداخلی پٹیاں نظر آئیں گی۔ زاویہ ۱۸۰ سے جتنا قریب رکھا جائے گا۔ اتنا ہی بہتر نتائج حاصل ہوں گے

فرینل نے ریاضیاتی تحلیل کے طریقے سے بکثرت کام لیا۔ اب موجی نظریہ طبیعات والوں کی نظروں میں سامنے لگا۔ اس نے اصول تداخل سے ثابت کردیا کہ نور کی اشاعت خطوط مستقیم میں ہو سکتی ہے۔ یہی سب سے بڑا اعتراض تھا جو موجی نظریہ کو مقبول نہیں ہوئے دیتا تھا۔ فرینل نے اب اس اعتراض کو کامل طور سے رفع کردیا۔ آواز اور نور کے تداخل میں فرق صرف نور کے نہایت قلیل طول موج کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے

اراگو نے سب سے پہلے فرینل کی توجہ ینگ کی تحقیقات کی طرف مبذول کی۔ اور اسی نے انگریز طبیب کو فرانسیسی عالم کا مقالہ روانہ کیا۔ اس میں مسرت کی بات یہ ہے کہ اولیت سے متعلق کوئی تلخ تنازعہ برپا نہیں ہوا چنانچہ ۱۸۱۶ میں فرینل نے ینگ کو لکھا کہ مجھے اولیت کا شرف حاصل نہیں ہے۔ لیکن اس میں میری تسکین کا باعث یہ امر ہے کہ مجھے ایسے فاضل سے شناسائی حاصل ہوئی جس نے متعدد اہم انکشافوں سے طبیعات کو مالا مال کر دیا ہے۔ اور ساتھ ہی جس نظریے کو میں نے اختیار کیا ہے اسکی میرے اعتماد کو اور قوی کر دیا ہے۔ ینگ نے ۱۹ اکتوبر ۱۸۱۹ء کو فرینل کو لکھا کہ "میں آپ کے اس قابل قدر مقالے کے ہدیہ کا ہزار ہزار شکریہ ادا کرتا ہوں۔ میرے نزدیک جن مقالوں نے علم مناظر کی ترقی میں حصہ لیا ہے ان میں آپ کے مقالے کا مقام بہت بلند ہے"

تقطیب نور[1] انعکاس، انعطاف، تداخل اور انکسار کی خاصیتیں، ایسی ہیں کہ ہر نوعیت کی موجوں میں پائی جاتی ہیں۔ آواز کی موجوں میں بھی یہ خواص پائے جاتے ہیں۔ آواز کی موجیں، طولی[2] کہلاتی ہیں۔ یعنی ان میں ہوا یا واسطے کے ذرے موج کی سمت اشاعت پر آگے پیچھے حرکت کرتے ہیں۔ یہ موجیں ایسی ہیں کہ کسی طرف سے بھی دیکھی جائیں ان میں فرق واقع نہیں ہوتا۔ یعنی ان میں یک طرفگی[1] نہیں ہوتی لیکن نور کی شعاعوں میں ایک معین یک طرفگی ہوتی ہے۔ اس کی توجیہہ اسی مفروضہ پر ہوسکتی ہے کہ واسطے کے ذرات موج کی سمت اشاعت کے علی القوائم حرکت کرتے ہیں ایسی موجیں عرضی[3] موجیں کہلاتی ہیں۔ شکل ۱۶۴ کے دیکھنے سے اس کا مفہوم واضح ہوجائیگا



شکل ۱۶۴

ا اور ب دو پردے ہیں جو اپنی جگہ ثابت ہیں دونوں میں شگاف ہیں۔ پہلے دونوں میں شگاف انتصابی وضع میں رکھے جاتے ہیں۔ ل ف ایک ڈوری ہے جو ل پر کسی ہے۔ یہ دونوں شگافوں میں سے گزرتی ہے، آزاد سرے ف کو پکڑ کر جھٹکا دیا جاتا ہے تاکہ تمام سمتوں میں موجیں چل سکیں۔ چونکہ پہلے شگاف میں ڈوری صرف اوپر نیچے حرکت

---

[1] ONESIDED NESS
[2] LONGITUDINAL
[3] TRANSVERSE

کر سکتی ہے۔ اس لئے ا میں سے صرف انتصابی ارتعاش ہی گزر پائیں گے ، اور ب میں بھی چونکہ شگاف انتصابی ہے اس لئے یہ ارتعاش اس میں سے بھی گزر جائیں گے۔ شکل کے دوسرے حصے میں ب کا شگاف افقی دکھلایا گیا ہے۔ اس لئے اب اس میں سے صرف افقی ارتعاش گزر سکیں گے۔ اس لئے اب انتصابی ارتعاش اس میں سے نہ گزر پائیں گے۔ اب گویا ب روشنی کے لئے شفاف نہیں رہا۔ وہ موجیں جو ا اور ب کے درمیان کی موجوں کی طرح ایک ہی سمت (جو یہاں انتصابی ہے) میں ہوتی ہیں۔ مستوی[۱] مقطب موجیں کہلاتی ہیں۔ تقطیب کا مستوی وہ ہوتا ہے جو ارتعاشوں پر علی القوائم ہو۔ اس صورت میں یہ مستوی افقی مستوی ہے۔ دوہرے انعطاف کا مشاہدہ ۱۶۷۰ء میں بارتھولینس کر چکا تھا۔ اسی کے ساتھ تقطیب کا بھی مشاہدہ ہوا۔ ہوئگنس اور نیوٹن نے بھی اس کا مطالعہ کیا تھا۔ لیکن اس کی توجیہہ نہ ہو سکی تھی۔ اس کو ہمیشہ دوہرے انعطاف کے ساتھ دیکھا گیا ایک صدی کے بعد جا کر مالوس نے یہ مشاہدہ کیا کہ تقطیب انعکاس کے ساتھ بھی ہو سکتی ہے

ایتنیان[۲] لوئی مالوس ۱۷۷۵ء میں پیرس میں پیدا ہوا۔ فوجی انجنیری کی تعلیم حاصل کی اور فرانسیسی فوج کے ساتھ جرمنی اور مصر میں کام کیا۔ ۱۸۱۲ء میں اس نے انتقال کیا۔

فرانچ انسٹیٹیوٹ کی طرف سے اعلان ہوا تھا کہ جو شخص دوہرے انعطاف کا ریاضیاتی نظریہ پیش کرے گا اس کو انعام دیا جائے گا۔ مالوس اس وقت اینٹورپ اور اسٹراسبرگ میں کام کی نگرانی کر رہا تھا۔ لیکن اس نے اس مسئلہ پر غور کرنے کے لئے وقت نکال لیا۔ اتفاق سے اس نے وہ مشاہدہ کیا جس کا ذکر اوپر کیا گیا ہے لکسمبرگ کے محل کی کھڑکیوں سے سورج کی شعاعیں منعکس ہو کر اس کے مکان پر

ETIENNE LOUIS MALUS ۲ PLANE POLARISED ۱

پڑ رہی تھیں۔ ان شعاعوں کو اس نے ایک قلم میں سے دیکھا تھا۔ اس کو بڑا تعجب ہوا جب قلم کی ایک خاص وضع میں دوہرے خیالوں میں سے ایک خیال غائب ہو جاتا تھا۔ اس نے اس عجیب و غریب منظر کی توجیہہ یوں کی کہ فضا میں سے گزرتے وقت روشنی میں تبدیلی ہو جاتی ہے۔ لیکن رات ہوئی تو اس نے دیکھا کہ ایک شمع کی روشنی پانی کی سطح پر جب ۳۶ درجے کے زاویے پر پڑتی ہے تو بھی یہی کیفیت پیدا ہوتی ہے یعنی وہ منقطب ہو جاتی ہے۔ علاوہ ازیں اگر کیلکٹ[1] اسپار کی قلم میں سے نکلنے والی دونوں شعاعیں پانی پر بہ یک وقت ۳۶ درجے کے زاویے پر گریں اور معمولی شعاع جزءً منعکس ہو تو غیر معمولی شعاع منعکس نہیں ہوتی۔ اور بالعکس۔ اس طرح کہا جاتا ہے کہ ایک رات میں مالوس نے جدید طبیعیات کی ایک نئی شاخ پیدا کر دی۔

مالوس خود خروجی نظریہ کا زبردست حامی تھا۔ اس کی دریافت سے موجی نظریہ کو خطرہ سا لاحق تھا۔ کیونکہ موجی نظریے کی رو سے تقطیب کی توجیہہ اب تک نہ ہوئی تھی۔ چنانچہ ۱۸۱۱ء میں ینگ نے مالوس کو لکھا کہ "آپ کے تجربوں سے میرے اختیار کردہ موجی نظریہ کا ناکافی ہونا ثابت ہوتا ہے۔ نہ کہ باطل ہونا۔ ینگ کو پریشانی ضرور رہتی لیکن وہ مایوس نہیں تھا۔ چھ برس یوں ہی گزر گئے۔ اس کے بعد کچھ وضاحت پیدا ہونے لگی۔ چنانچہ ۱۲ جنوری ۱۸۱۷ء کو ینگ نے اراگو کو لکھا کہ "...... اس نظریہ (موجی نظریہ) پر ارتعاش کی بھی توجیہہ ہوتی ہے۔ یہ ارتعاش (ہم مرکز کروی سطحوں کے) نصف قطر کی سمت میں ہوتے ہیں۔ ذروں کی حرکتیں اس نصف قطر کے لحاظ سے خاص سمت میں ہوتی ہیں۔ یہی تقطیب ہے۔" آگے چل کر اسی کو

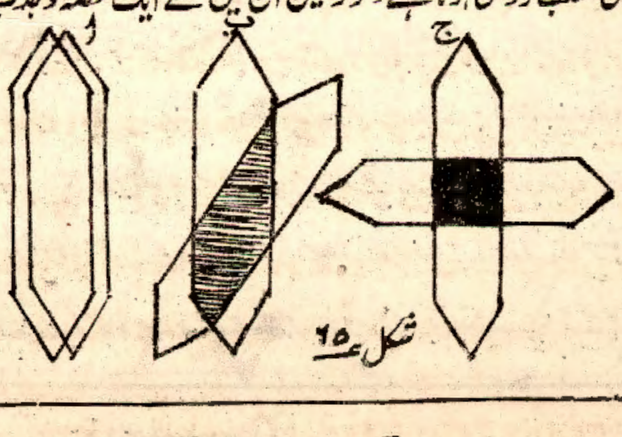
---

[1] Calespar

عرضی سمت کہا گیا ہے

فرینل نے تقطیب کو بہت کچھ آگے بڑھایا۔ ۱۸۱۱ء میں اراگو نے دریافت کرلیا تھا کہ جب متقطب روشنی بعض قلموں سے گزرتی ہے تو بہت عمدہ رنگ پیدا ہوجاتے ہیں۔ اس مظہر کی توجیہہ میں ہر دو نظریات کے حامیوں نے بہت کوشش کی، موجی نظریہ کی رو سے ینگ اور پھر اراگو اور فرینل نے اچھی طرح توجیہہ کی اس نظریہ پر بیو نے نہایت نفیس ریاضیاتی طریقہ پر اس کی توجیہہ کی اس کو لاپلاس اور دوسرے ریاضی دانوں نے اچھی طرح قبول کیا کیونکہ ان کے انداز فکر کے لئے فرینل کے مقابلہ میں بیو قریب تر تھا۔ اراگو میدان میں بیو کے مقابلہ پر آگیا۔ اور پھر اس زور کا بحث و مباحثہ ان دونوں کے درمیان چلا ہے کہ دونوں میں تعلقات جتنے گہرے تھے اتنے ہی کشیدہ ہو گئے؛

۱۸۱۶ء میں بیو نے دریافت کیا کہ ٹورملین[۱] کی قلمیں بھی دوہرا انعطاف دکھلاتی ہیں، ٹورملین کی قلم لنکا کے مقام ٹورملی سے حاصل ہوئی اس لئے یہ نام رکھا گیا۔ دوسری قلموں کی طرح ٹورملین بھی روشنی کو دو حصوں میں تقسیم کردیتا ہے ہر حصہ مستوی مقلب روشنی ہوتا ہے۔ ٹورملین ان میں سے ایک حصہ کو جذب کرلیتا ہے پس اگر حسب شکل ۶۵ ٹورملین کی دو قلمیں



شکل ۶۵

Tormali [۱] Tourmaline [۱]

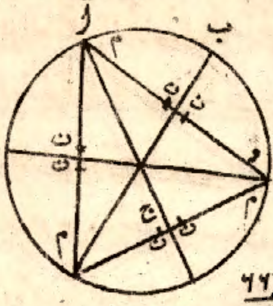
ایک دوسرے پر منطبق کی جائیں تو وہ صرف ایک حصہ روشنی کو گزرنے دیتی ہیں لیکن اگر ایک قلم کو دوسری پر گھما یا جائے تاآنکہ وہ علی القوائم ہو جائے (شکل ع۲۵۶) تو جو شعاع پہلی قلم میں سے گزر جاتی تھی اس کو اب دوسری قلم بالکل روک دے گی اسی اصول پر بیو نے تقطیبی مظاہر کے مطالعہ کے لئے ٹور ملینی چمٹا تیار کیا۔ تقطیب نما بھی اسی اصول پر تیار کیا جاتا ہے

قلموں میں تقطیبی مظاہر کا مطالعہ سر ڈیوسر بروسٹر (۱۷۸۱ء - ۱۸۶۸ء) نے بہت اچھی طرح کیا۔ اس کو تعلیم مذہبی دی گئی تھی۔ لیکن مذہبی خدمت کبھی انجام نہیں دی۔ ۱۷۹۹ء میں اس کے ہم سبق برو ہم نے اس کو انکسار پر نیوٹن کے تجربے دہرانے پر آمادہ کر لیا۔ اس کے بعد سے بروسٹر نے اپنے کو گویا تحقیق کے لئے وقف کر دیا۔ وہ سینٹ انڈریوز میں طبیعات کا پروفیسر مقرر ہو گیا۔ بعد میں جامعہ ایڈنبرا میں پرنسپل ہو گیا۔ ۱۸۱۹ء میں اس نے ایڈنبرا فلاسفیکل جرنل کی بنیاد ڈالی برطانوی انجمن ترقی سائنس (برٹش ایسوسی ایشن فار دی ایڈوانسمنٹ آف سائنس) کی تنظیم میں نمایاں حصہ لیا۔ اس کا پہلا جلسہ ۱۸۳۱ء میں بہ مقام یارک منعقد ہوا۔ وہ وضع نما کا موجد ہے۔ اس زمانے میں انگلستان اور امریکہ میں اس آلے کی بڑی مانگ تھی۔ بروسٹر نے اس پر ایک کتاب لکھ ڈالی تھی۔ ہم اس کتاب المناظر (مطبوعہ ۱۸۰۳ء) سے وضع نما کا تھوڑا سا حال درج کرتے ہیں:۔

جب دو مستوی آئینے کسی شخص اور آنکھ کے اعتبار سے ایک خاص وضع میں رکھے جائیں تو ایک وضع نما بن جاتا ہے۔ یعنی ایک ایسا آلہ جو مختلف خوبصورت وضعیں پیدا کرتا اور دکھلاتا ہے۔

SIR DAVID BREWSTER ۱؎ TOURMALINE TONGS ۲؎
KALEIDOSCOPE ۳؎

فرض کرو کہ حسب شکل ۶۶ اج اور ب ج دو مستوی آئینے ہیں اور م
ن ایک شخص (شے) دونوں کے بیچ میں
واقع ہے،؛ آئینہ اج سے حسب دستور ایک
خیال اج کے پیچھے بنے گا۔ اسی طرح ب ج
سے اس کے پیچھے ایک خیال بنے گا۔ لیکن
ان خیالوں کو بطور نئے شخصوں کے تصور کیا



شکل ۶۶

جاسکتا ہے، بنابریں آئینے اج سے ب ج والے خیال کا خیال بنے گا۔ اسی طرح ب ج سے بھی اج والے خیال کا خیال بنے گا اس کے بعد اسی طرح دو خیال اور بنیں گے، لیکن اگر آئینوں کے درمیان زاویہ ۶۰° کا ہو تو یہ دونوں آخری خیال ایک دوسرے پر منطبق ہوں گے، پس جملہ ۵ خیال اور چھٹے شخص ایک مساوی الاضلاع مثلث پر واقع ہوں گے۔ اب اگر م ن کو حرکت دی جائے تو باقی سب خیال حرکت کریں گے اور اب ایک دوسری وضع پر قائم ہوں گے۔ ان وضعوں میں باضابطگی اور تشاکل پایا جاتا ہے ......"

یہ عجیب بات ہے کہ ہیو کی طرح بروسٹر بھی موجی نظریہ سے ہمدردی نہ رکھتا تھا۔ اگرچہ ینگ، فرینل اور اراگو کی تحقیقات شائع ہو چکی تھیں۔ تاہم دو محوری قلموں سے تقطیب مناظری دھات کاری، اور تغلیظ سے دوہرے انعطاف کے کلیات کا مکتشف کچھ ایسی ہی ذہنیت رکھتا تھا کہ وہ موجی نظریے کو اس بنیاد پر ادا کرتا تھا کہ اس کے نزدیک خالق کائنات اتنے بھدے پنے سے کام نہیں لے سکتا کہ روشنی پیدا کرنے کے لئے فضا کو اثیر سے بھر دے۔

نور کی رفتار

۱۸۲۵ء کے بعد خروجی نظریے کے حامی اہل سائنس ہیں چند ممتاز لوگ ضرور تھے۔ لیکن اہل طبیعیات میں اکثریت اس

کے خلاف تھی۔ بالخصوص جو ان میں سے جواں سال تھے وہ سب موجی نظریے کے طرفدار تھے۔ دونوں میں فیصلہ تو وسط صدی میں جا کر ہوا۔

نیوٹن کے خروجی نظریے کی رو سے مناظری طور پر کثیف تر واسطے میں روشنی کی رفتار زیادہ تر ہونا چاہیئے اور موجی نظریہ یہ کہتا ہے کہ اس رفتار کو کمتر ہونا چاہیئے ۱۸۳۴ء میں وہیٹسٹون نے گردش کرنے والے آئینوں کی مدد سے برقی شرارہ کا دوران دریافت کیا تھا۔ اس نے کہا کہ روشنی کے لئے بھی یہی طریقہ کام میں لایا جا سکتا ہے، چنانچہ اراگو نے اس تجویز سے اتفاق کیا۔ لیکن اس کی بصارت کمزور تھی۔ اس بنا پر دوسرے لوگوں کو یہ کام انجام دینا پڑا۔

میکانی دقتیں اس سلسلے میں بہت تھیں، آئینے کو ایک ہزار گردش فی ثانیہ کی رفتار پر چلانا تھا۔ اسی وجہ سے بعض لوگ اراگو کے خیال کو ایک خبط سمجھتے تھے۔ کیونکہ ایسی زبردست رفتار سے چلنے والے آئینے سے منعکس روشنی کی جھلک کو آنکھ سے دیکھنا ناممکن سمجھا جاتا تھا

تجربے کو بالآخر فوکول نے انجام دیا تجربہ کامیاب رہا۔ اس کی اطلاع اکاڈیمی آف سائنس کو ۶ مئی ۱۸۵۰ء کو دی گئی۔ معلوم ہوا کہ پانی میں روشنی کی رفتار ہوا کے مقابلے میں کم ہے پس اس تاریخ سے سمجھنا چاہیئے کہ نیوٹن کا خروجی نظریہ تقویم پارینہ ہو گیا

ژاں لیوں فوکول ۱۸۱۹ء میں بمقام پیرس پیدا ہوا۔ اس نے طب کی تعلیم حاصل کی لیکن ۱۸۴۵ء اور ۱۸۴۹ء کے درمیان اس نے طبیعیات میں تحقیقات کیں۔ اس وقت وہ فیزو کے ساتھ مل کر کام کر رہا تھا۔ بعد میں دونوں علیحدہ ہو گئے اور ہر ایک نے روشنی کی رفتار الگ الگ دریافت کی۔ فوکول نے پانی کے لحاظ سے

JEAN LION FOUCAULT ؂ WHEATSTONE ؂

ہوا میں روشنی کی رفتار پر تحقیق کی۔ یہ موضوع اس مقالے کا تھا جو اس نے ۱۸۵۳ء میں ڈاکٹر آف سائینس کی طیلسان کے لئے پیش کیا تھا۔ ۱۸۵۱ء میں ایک رقاص کا بیان شائع کیا جس سے زمین کی محوری گردش معلوم ہوتی ہے۔ ۱۸۵۲ء میں اس نے گردش نما ایجاد کیا۔ ۱۸۵۴ء میں نپولین سوم نے پیرس کی رصد گاہ میں اس کو ماہر طبیعیات کی حیثیت سے جگہ دیدی۔ فلکی آلات کی تکمیل میں فوکول نے بہت کچھ کام کیا۔ ۱۸۶۸ء میں فوکول نے انتقال کیا۔

اوپر ہم نے ذکر کیا ہے کہ ابتدا میں فوکول نے فیزو کیساتھ کام کیا۔ اس شخص کا پورا نام اپولیٹ لوئی فیزو ہے۔ یہ بھی پیرس میں اسی سال پیدا ہوا جس سال کہ فوکول عالم وجود میں آیا۔ لیکن فیزو نے عمر زیادہ پائی۔ فیزو متمول شخص تھا۔ اور اس کو فکر معاش نہیں تھی۔ اس لئے اس نے اپنا سارا وقت طبیعیات کے لئے وقف کر دیا اور تحقیق کے اخراجات بھی خود ہی برداشت کرتا تھا۔ ۱۸۹۶ء میں کوئی ۷۷ سال کی عمر میں اس نے انتقال کیا۔ رومر اور بریڈلے نے فلکی مشاہدات کی بنا پر روشنی کی رفتار کو دریافت کیا۔ ۱۸۴۹ء میں فیزو نے ارضی پیمائشوں کی بنا پر اس رفتار کو دریافت کیا۔ اس نے ایک دندانہ دار پہیا لیا۔ اس سے روشنی معین وقتوں پر رکتی تھی یا پوشیدہ ہو جاتی تھی۔ ان جھکوں کو اس نے دور پر رکھے ایک آئینے سے منعکس کیا۔ پیرس کے کے مضافات میں اس نے یہ تجربہ انجام دیا۔ دو مقاموں کے درمیان فاصلہ ۸۶۳۳ میٹر (تقریباً ۵ ½ میل) رکھا۔ ۱۸۴۹ء میں اس نے اپنے نتائج کو ایک مضمون کی شکل میں شائع کر دیا۔

فیزو کے طریقے کو ذرا ترمیم کے ساتھ ماری الفریڈ کارنیو (۱۸۴۱ء۔ ۱۹۰۲ء) نے

Gyroscope ؎ Degree ؎ Thesis ؎
Marie Alfred Cornu ؎ Hippolyte Louis Fizeau ؎

پیرس میں اور جیمیس ینگ اور جارج[1] فاربس نے انگلستان میں انجام دیا۔ کارنو نے ۱۸۷۴ء میں یہ تجربہ انجام دیا۔ آئینہ ۲۳ کلومیٹر کے فاصلے پر رکھا۔ ینگ اور فاربس نے ۱۸۸۲ء میں اپنے نتائج کو شائع کیا۔ ان کی پیمائشوں سے یہ نتیجہ اخذ ہوا کہ نیلی شعاعیں سرخ شعاعوں کے مقابلے میں تقریباً ۲ء۱ گنا زیادہ تیز چلتی ہیں۔ لیکن یہ نتیجہ مشتبہ سمجھا گیا۔ اگر یہ صحیح ہو تو پھر ستاروں کو گہن کے قبل اور بعد رنگین نظر آنا چاہیئے۔

روشنی کی رفتار پر بہترین تجربے ریاستہائے متحدہ امریکہ میں انجام دیئے گئے ۱۸۶۷ء میں سائمن[2] نیوکامب (۱۸۳۵ء۔ ۱۹۰۹ء) نے جس کا تعلق بحری رصدگاہ سے تھا۔ یہ تجویز پیش کی کہ فوکول کا تجربہ دہرایا جائے تاکہ شمسی اختلاف منظر کی صحیح تر قیمتیں حاصل کی جا سکیں۔ چنانچہ ۱۸۷۸ء میں البرٹ[3] اے مائکلسن (پیدائش ۱۸۵۲ء) نے بحری اکاڈمی کے تجربہ خانے میں ایک آزمائشی تجربہ انجام دیا۔ دو ہزار ڈالر کے ایک عطیہ نے تجربے جاری رکھنے میں بڑی مدد دی۔ چنانچہ ۱۸۷۹ء میں مشاہدات لئے گئے نیوکاسب کی درخواست پر مائکلسن نے ۱۸۸۲ء میں کلیولینڈ[4] اوہیو کے کیس انسٹیٹیوٹ میں پھر تخمین کی۔ فوکول کے تجربے میں بڑی دقت یہ تھی کہ انصراف اتنا قلیل تھا کہ صحت کے ساتھ پیمائش مشکل تھی۔ اس نے فاصلہ بھی ۴ میٹر کا رکھا تھا گو آئینوں کی مدد سے یہ فاصلہ ۲۰ میٹر تک بڑھا لیا گیا تھا۔ اور واپس ہونے والی خیال کا انصراف صرف ۷ء ملی میٹر تھا۔ لیکن مائکلسن کی اصلاح کی بدولت یہ انصراف بڑھکر ۱۳۳ ملی میٹر ہو گیا۔

مارچ ۱۸۷۹ء میں امریکہ کی کانگریس نے ۵۰۰۰ ڈالر کی رقم منظور کی تاکہ نیوکا

ALBERT A. [3] SIMON NEWCOMB [2] GEORGE FORBES [1]
CASE INSTITUTE [5] CLEVELAND OHIO [4] MICHELSON

کے زیر ہدایت روشنی کی رفتار پر تجربے انجام دیئے جائیں۔ ایک تجربے میں فاصلہ ۲۵۵۰٫۱۹۵ میٹر رکھا گیا اور دوسرے میں ۳۷۲۱٫۲۱ میٹر رکھا گیا۔ مائکلسن نے ان تجربوں میں مدد دی۔ مگر وہ ۱۸۸۰ء کی خزاں میں کلیولینڈ چلا گیا۔ ۱۸۸۰ء کے گرما میں مشاہدات شروع کئے گئے۔ اور ۱۸۸۲ء کی خزاں تک جاری رہے۔ بہار گرما اور خزاں کے بہترین دن منتخب کئے گئے۔ طلوع کے ایک گھنٹہ بعد تک یا غروب سے ایک گھنٹہ قبل فضائی حالات ایسے ہوتے تھے کہ ایک پائدار خیال حاصل ہوتا تھا۔ جملہ ۵۰۴ مشاہدات لئے گئے۔ نیوکامب نے ۲۷۶، مائکلسن نے ۱۴۰ اور ہالکومب[1] نے ۸۸ لئے۔

خلا میں روشنی کی رفتار کے لئے جو نتائج حاصل ہوئے وہ تاریخ وار حسب ذیل ہیں:۔

۱۸۴۹ء -	فیزو -	۳،۱۵،۰۰۰	کلومیٹر فی ثانیہ
۱۸۷۲ء -	فوکول -	۲،۹۸،۰۰۰	" " "
۱۸۷۴ء -	کارنو -	۲،۹۸،۰۰۰	" " "
۱۸۷۸ء -	کارنو -	۳،۰۰،۴۰۰	" " "
۱۸۷۹	مائکلسن -	۲،۹۹،۹۱۰	" " "
۱۸۸۰-۸۱	ینگ اور فلوبس	۳،۰۱،۳۸۲	" " "
۱۸۸۲	نیوکامب	۲،۹۹،۸۶۰	" " "
۱۸۸۲	مائکلسن	۲،۹۹،۸۵۳	" " "
۱۸۸۰	نیوکامب	۲،۹۹،۸۶۰	" " "
۱۹۰۰	یوسف پیروٹین[2] (۱۸۴۵ء - ۱۹۰۴ء)	۲،۹۹،۹۰۰	" " "

---

[1] HOLCOMB [2] JOSEPH PERROTIN

فطرت کے مستقلوں میں روشنی کی رفتار کو اہم ترین مستقل سمجھا جاتا ہے اور نظریہ اضافیت میں تو اور بھی اسے بنیادی جگہ دی گئی ہے۔ چنانچہ فطرت میں عظیم ترین ممکنہ رفتار یہی مانی جاتی ہے۔ انگریزی حساب میں اس کی ۱،۸۶،۰۰۰ میل فی ثانیہ مانی جاتی ہے جو ۳،۰۰،۰۰۰ کلومیٹر فی ثانیہ کے قریب ہے

طیف اور طیف نمائی منور گیسوں کی وجہ سے جو طیف پیدا ہوتے ہیں ان میں چند خطوط بھی نظر آتے ہیں، سب سے پہلے ٹامس ملول[^1] نے ۱۷۵۲ء میں ان طیفی خطوط کا مشاہدہ کیا تھا۔ یہ شخص اسکاچستان کا رہنے والا تھا ۱۷۲۶ء میں پیدا ہوا تھا اور ۲۷ سال کی عمر میں ۱۷۵۳ء میں انتقال کرگیا۔ ۱۷۴۸ء اور ۱۷۴۹ء میں وہ گلاسگو میں دینیات کا طالب علم تھا۔ نیوٹن کے طیف کے مطالعہ کے بعد یہی سب سے اہم قدم اٹھا تھا۔

ملول نے شراب کے شعلہ سے طیف حاصل کیا اور شعلہ میں باری باری سے نوسادر، پوٹاش، پھٹکری، شورہ اور سمندری نمک داخل کیا۔ وہ لکھتا ہے کہ میں نے شعلہ اور اپنی آنکھ کے درمیان ایک دفتی رکھی جس کے بیچ میں ایک گول سوراخ تھا پھر میں نے ایک منشور کے ذریعے ان مختلف روشنیوں کا معائنہ کیا۔ پس مجھے معلوم ہوا کہ جب نوشادر، پھٹکری یا پوٹاش شعلہ میں داخل ہوتا ہے تو ہر قسم کی شعاعیں نکلتی ہیں۔ لیکن ان کی مقداریں مساوی نہیں ہوتیں۔ ان میں زرد شعاعیں سب پر چھائی رہتی ہیں۔ سبز اور نیلی کے مقابلے میں سرخ شعاعیں ذرا مدھم ہوتی ہیں۔ پس یہ زرد رنگ جو اتنا نمایاں رہتا ہے اس کو ایک ہی معین درجۂ انعطاف پذیری کا ہونا چاہیئے۔ یہ زرد شعاعیں وہی ہیں جو آج کل سوڈیم کا خط کہلاتی ہیں۔

---

[^1]: Thomas Melville

ملول کے یہ نوشتے حال حال تک گوشۂ گمنامی میں پڑے رہے۔ صرف ۱۸۵۹ء میں ایک پادری مارگن نے ان پر توجہ کی تھی، لیکن کوئی خاص نتیجہ برآمد نہیں ہوا۔

ولیم ہائڈ وولسٹن (۱۷۶۶ء-۱۸۲۸ء) نامی لنڈن کے ایک طبیب نے شمع کے شعلہ کی جڑ میں نیلی روشنی کی وجہ سے روشن طیفی بند مشاہدہ کئے۔ ان کو آجکل "سوین طیف" کہا جاتا ہے کیونکہ ان کو ۱۸۵۶ء میں بہ مقام سینٹ انڈریوز ولیم سوین نے مشاہدہ کیا تھا اور بیان بھی کیا تھا۔

۱۸۰۲ء میں وولسٹن نے شمسی طیف میں تاریک خطوط کا مشاہدہ کیا اور کوئی سات خط دیکھے۔ پانچ خط جو بہت نمایاں تھے ان کو وہ سمجھتا تھا کہ طیف کے سادہ رنگوں کی حدبندیاں ہیں۔ ان طیفی خطوط کے سلسلے میں بوسٹن کی مسز میری سومرول کی دختر مارتھا سومرول نے ۱۸۷۴ء میں "یادگار میری سومرول" کے نام سے ایک کتاب شائع کی جس میں یہ قصہ درج ہے:-

"مسز میری سومرول (جو ریاضی داں اور طبیعیات داں تھیں) کا بیان ہے کہ ایک روز صبح کے وقت ڈاکٹر وولسٹن ہمارے یہاں چوک ہینور میں آئے اور کہنے لگے کہ میں نے شمسی طیف میں سات خطوط تاریک دیکھے ہیں۔ آپ کو بھی دکھلانا چاہتا ہوں، چنانچہ انھوں نے کھڑکیاں بند کردیں۔ صرف ایک لکیر روشنی کی آنے دی پھر انھوں نے میرے ہاتھ میں شیشے کا ایک چھوٹا سا منشور دیا اور بتلایا کہ اس کو اس طرح رکھئے۔ میں نے بھی ان خطوط کو دیکھا۔ میں سمجھتی ہوں کہ سب سے پہلے اگر مجھے یہ خطوط نہیں دکھلائے گئے تو ان لوگوں میں ضرور ہوں جنھوں نے انھیں سب سے پہلے دیکھا۔ ان خطوط نے کائناتی انکشافات کا ایک سلسلہ پیدا کر دیا۔ ان سے

SWAN SPECTRUM ؎ — WILLIAM HYDE WOLLASTON ؎
MRS. MARY SOMERVILLE ؎ — WILLIAM SWAN ؎
MARTHA ؎

یہ بھی ثابت ہوا کہ ہمارے کرے پر جو اجزا پائے جاتے ہیں ان میں سے اکثر سورج تاروں اور سحابیوں کے بھی اجزاء ترکیبی ہیں۔ ڈاکٹر وولسٹن نے وہ منشور مجھے دے دیا۔ اس کی قدر و قیمت میرے نزدیک المضاعف ہے کیونکہ یہ منشور میونک میں خاص فران ہوفر نے بنایا تھا ......"

وولسٹن نے پلاٹینم کو ورق پذیر بنانے کا ایک طریقہ دریافت کیا تھا جس سے اس کو کافی آمدنی تھی۔ اس نے علم نالہ سوزہ اور برف بردار ایجاد کیا، پیلیڈیم اور رہوڈیم کا انکشاف کیا، اس سے معلوم ہوتا ہے کہ اس میں اپج تھی اور تحقیق کا اہل تھا لیکن عیب اگر تھا تو یہی کہ کسی تحقیق کو آخری منزل تک نہ پہنچا پاتا تھا۔

شمسی طیف کے تاریک خطوط سب سے بڑا تحقیقی کام فران ہوفر کا تھا۔ وہ وولسٹن کے انکشافات سے واقف نہ تھا۔ یوسف فران ہوفر جرمنی کے صوبہ بویریا میں بہ مقام اسٹراؤبنگ ۱۷۸۷ء میں پیدا ہوا۔ وہ ایک غریب شیشہ گر کا لڑکا تھا۔ ابتدائی عمر ہی میں اپنے باپ کی مدد کرنے لگا۔ شیشہ گھسنے میں وہ ہوشیار ہو گیا۔ اسی وجہ سے اس کو ایک مناظری ادارے میں جگہ مل گئی۔ ۱۸۱۸ء میں وہ اس ادارے کا نگراں ہو گیا۔ یہ ادارہ بعد میں میونک منتقل کر دیا گیا۔ میونک میں فران ہوفر وہاں کی اکادمی کا رکن بن گیا۔ ۱۸۲۶ء میں اس نے انتقال کیا۔

فران ہوفر میں عملی صلاحیتوں کے ساتھ ساتھ نظری استعداد بھی بدرجہ اتم موجود تھی۔ اس نے عدسوں کے گھسنے اور پالش کرنے کے لئے نئے نئے طریقے، نئی مشینیں اور نئے پیمائشی آلات ایجاد کئے۔ ۱۸۱۱ء کے بعد سے شیشہ پگھلانے کا کام بھی اس کے

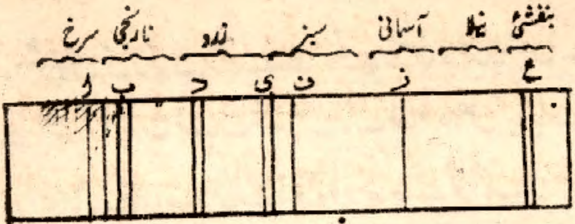
Gryophorus　Camera Lucide　Malleable

Joseph Fraunhofer　Rhodium　Palladium

سپرد ہوا۔ اس بنا پر اس کو موقع ملا کہ چقماقی اور کراؤن شیشہ تیار کرے، جس میں بال وغیرہ نہ رہنے پائیں۔ ان شیشوں کو اس نے بڑے ٹکڑوں میں تیار کیا۔ بے رنگ دوربین کو اس نے پایہ کمال کو پہنچایا۔ غرضکہ علمی مناظر میں اس نے نئے نئے راستے کھول دیئے۔

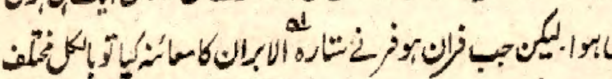
فران ہوفر اس کوشش میں تھا کہ خاص خاص رنگوں کے لئے شیشے کا انعطاف نما دریافت کرے تاکہ صحیح تر طریقہ پر بے رنگ عدسے تیار کئے جاسکیں۔ اس لئے اس کو اتفاقاً ایک لمپ کے طیف کے تاریک حصے میں ایک روشن دوہرا خط نظر آگیا۔ آجکل یہ سوڈیم کا خط کہلاتا ہے۔ دوسری روشنیوں میں بھی ایسے ہی خط نظر آئے۔ اب فران ہوفر کو خیال آیا کہ سورج کی روشنی کیوں نہ استعمال کی جائے۔ چنانچہ اس نے سورج کی روشنی استعمال کی۔ اب اس نے دیکھا کہ بجائے ایک خط کے لاتعداد انتصابی خط ہیں۔ ان میں سے بعض تیز ہیں اور بعض ہلکے۔ یہ سب خط طیف کے دوسرے حصوں کے مقابلے میں تاریک تر تھے۔ یہاں تک کہ بعض سیاہ بھی معلوم ہوتے تھے۔ اب اس نے ہائڈروجن، الکوہل اور گندھک وغیرہ کے طیف دیکھے۔ اس کو پھر وہ روشن خط نظر آیا۔

فران ہوفر نے ۱۸۱۴ء میں اپنے نتائج اور ۱۸۲۱ء اور ۱۸۲۳ء میں اپنے مقالے شائع کئے۔ لیکن ان پر کسی نے توجہ نہیں کی۔ وجہ یہ تھی کہ اہل طبیعیات خروجی اور موجی نظریوں کے جھگڑے میں پھنسے ہوئے تھے۔ اہل کیمیا جوہری نظریہ اور دوسرے قصوں میں الجھے ہوئے تھے۔ شمسی طیف کے تاریک خطوط فران ہوفری خطوط، کہلائے۔ لیکن خود فران ہوفر ان کی توجیہ نہ کرسکا۔ کوئی ۴۰ برس کے بعد جاکر کہیں اس کی توجیہ ہوسکی۔ اسی طرح فران ہوفر کو یہ بھی معلوم نہ تھا کہ کیمیادی تشریح میں ان طیفی خطوط کو کتنی اہمیت حاصل ہے۔



شکل ۶۷

شکل ۶۷ میں سورج کی روشنی کا طیف دکھلایا گیا ہے اس میں خاص خاص تاریک خط دکھلائے گئے ہیں۔ فران ہوفر کے خیال میں یہاں سورج کی روشنی نہیں پہنچتی تھی فران ہوفر نے سینکڑوں خطوں کا مشاہدہ کیا تھا چونکہ چاند یا زہرہ منعکس روشنی سے چمکتے ہیں، اس لئے یہ توقع کی گئی کہ ان کی اور سورج کی روشنی ایک ہی ہوگی اور ایسا ثابت بھی ہوا۔ لیکن جب فران ہوفر نے ستارہ الابران[1] کا معائنہ کیا تو بالکل مختلف طیف حاصل ہوا جیسا کہ شکل ۶۸ میں دکھلایا گیا ہے۔



شکل ۶۸

پہلے فران ہوفر کو یہ خیال ہوا کہ ہماری زمین کے گرد ہوا کا جو غلاف ہے وہ سورج کی شعاعوں کو روک دیتا ہے۔ اس لئے ستارے کی روشنی بھی متاثر ہونی چاہیئے۔ لیکن چونکہ الابران اپنی ذاتی روشنی سے چمکتا ہے اس لئے اس نے یہ نتیجہ نکالا کہ سورج کی روشنی ستارے کی روشنی سے مختلف ہے

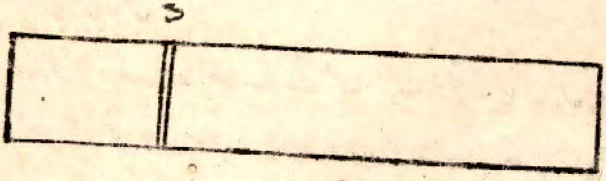
طیفی تشریح

فلکی سر جان[2] فریڈرک ولیم ہرشل (۱۷۹۲ء-۱۸۷۱ء) ولیم ہنری[3] فاکس ٹیلبائٹ (۱۸۰۰ء-۱۸۷۷ء) سر ڈیوڈ بروسٹر نے مختلف

---

[1] ALDEBARAN [2] SIR JOHN FREDERICK WILLIAM HERSCHEL [3] WILLIAM HENRY FOX TALBOT

روشنیوں کے رنگوں پر تجربے کئے۔ رنگین روشنی خاص چیزوں سے بھی پیدا کی جا سکتی ہے۔ مثلاً اگر اسپرٹ لمپ کے شعلہ میں نمک طعام داخل کیا جائے تو شعلہ روشن زرد ہو جاتا ہے۔ اب اس کے طیف کو دیکھا جائے تو ایک روشن زرد دوہرا خط اس مقام پر نظر آتا ہے۔ جہاں کہ فراں ہوفر کو تاریک خط نظر آیا تھا۔ جیسا کہ شکل ۶۹



میں دکھلایا ہے۔ یہ نمک میں سوڈیم دھات کی موجودگی کا نتیجہ ہے۔

شکل ۶۹

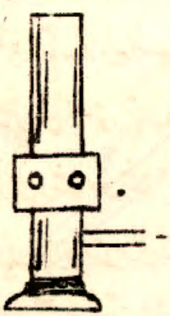
اسی طرح اگر اسٹرانشیم نائٹریٹ عہ کو داخل کیا جائے تو شعلہ تیز سرخ ہو جاتا ہے اگر ہائڈروجن کو جلا کر اس کی روشنی دیکھی جائے تو ایک سرخ ایک نیلا اور ایک بنفشئی خط نظر آتا ہے۔ یہ سب خط روشن ہوتے ہیں۔ ان ہی امور کی بناء پر ہرشل نے یہ تجویز پیش کی کہ منور بخاروں سے جو روشن خط نظر آتے ہیں ان کی نقشہ بندی کی جائے، تو ان اشیاء کی شناخت میں اس سے کام لیا جا سکتا ہے۔ اس طرح دھاتوں کی ایک بڑی تعداد کی نقشہ بندی کی گئی اور معلوم ہوا کہ خطوط ہر صورت میں مستقل رہتے ہیں۔ کسی شے میں کتنی ہی اشیاء کیوں نہ موجود ہوں اور ان اشیاء کی مقدار کتنی ہی قلیل کیوں نہ ہو کسی ایک شئے کے پیدا کردہ طیفی خطوط کو پہچانا جا سکتا ہے۔ یہی طیفی عہ تشریح کی اصل ہے۔ اس سے نہ صرف کسی شے کے خفیف سے خفیف شائبہ کا پتہ چل سکتا ہے بلکہ نئے عنصر بھی دریافت ہو سکتے ہیں اور ہوئے۔ مثلاً سیسیئم عہ، انڈیئم عہ، گیلیئم عہ

Caesium عہ Spectrum Analysis عہ Strontium Nitrate عہ
Gallium عہ Indium عہ

اور روبیڈیم دھاتیں اسی طرح دریافت ہوئیں۔ بنسن اور کرشف نے اس میں بہت کام کیا۔

رابرٹ وہلم بنسن ۱۸۱۱ء میں پیدا ہوا۔ کاسل، گوٹنگن اور ماربرگ میں معلمی کی خدمات انجام دیتا رہا۔ بالآخر ۱۸۵۲ء میں ہائڈلبرگ میں کیمیا کا پروفیسر مقرر ہوگیا پھر اپنی وفات تک اسی عہدہ پر رہا۔ اس نے ۱۸۹۹ء میں انتقال کیا۔

بنسن کا نام بنسنی شعلہ کی وجہ سے بہت مشہور ہے ۱۸۵۷ء میں گیس کی روشنی کا رواج ہوگیا تھا۔ ۱۸۵۶ء میں بنسن نے یہ شعلہ ایجاد کیا۔ اگر کوئی شے معمولی شعلے یا گیسی شعلے میں جلائی جاتی ہے تو تیل یا گیس کے کامل طور پر نہ جلنے کی وجہ سے کاجل یا دھواں بہت بنتا ہے۔ بنسن کی ایجاد یہ ہے کہ اس نے گیس کی ٹونٹی پر دھات کی ایک نلی چڑھادی۔ نلی کے نیچے والے حصہ میں سوراخ رکھ دیئے تاکہ ہوا داخل ہوکر گیس میں مل جائے پیشتر اس کے کہ وہ نلی کے سرے پر جاکر روشن ہو اس طرح احتراق کامل واقع ہوتا ہے اور ایک غیر منور شعلہ پیدا ہوجاتا ہے، آج کسی تجربے خانے میں بغیر اس شعلہ کے کام نہیں چلتا۔



شکل ۷

گستاؤ رابرٹ کرشف ۱۸۲۴ء میں بمقام کونگسبرگ پیدا ہوا۔ پہلے وہ برسلاؤ میں پروفیسر غیر معمولی مقرر ہوا پھر ۱۸۵۴ء میں

Cassel Robert Wilhelm Bunson Rubidium
Bunsen Heidelburg Marburg Gottingon
Brestau Konigsberg Gustau Robert Kirchhof Burner

ہائڈلبرگ میں پروفیسر معمولی مقرر ہوا۔ بالاخر ۱۸۷۵ء میں برلن میں پروفیسر مقرر ہوا۔ اور یہیں ۱۸۸۷ء میں اس نے انتقال کیا۔

ہائڈلبرگ میں جو اس نے بیس سال گزارے یہی اس کی زندگی کے سب سے درخشاں سال تھے کیونکہ یہاں اس نے بنسن کے ساتھ کام کیا۔ ۱۸۵۹ء سے لے کر ۱۸۶۲ء تک ان دونوں نے مل کر طیفی تشریح میں بہت سے انکشافات کئے۔ اس زمانے میں ہائڈلبرگ کا تجربہ خانہ بہت ہی ابتدائی حالت میں تھا۔ بنسنی شعلہ کی ایجاد نے کام میں بہت سہولت پیدا کر دی۔

اکتوبر ۱۸۵۹ء میں دونوں نے اپنا پہلا مقالہ شائع کیا جس میں اپنی تحقیق کا ذکر کیا۔ تجربوں نے انھوں نے آلۂ طیف نما[1] استعمال کیا جو شکل ۴۱ میں دکھلایا گیا ہے اس میں ایک توازی گر[2] ہے۔ یہ دھات کی ایک نلی ہوتی ہے



شکل ۴۱

جس کے ایک سرے پر ایک شگاف ش ہوتا ہے۔ اور دوسرے سرے پر ایک عدسہ ع شگاف کے سامنے جب کوئی روشنی رکھی جاتی ہے تو شگاف سے نکل کر روشنی عدسہ ع پر پڑتی ہے۔ ش اور ع کا فاصلہ ایسا ہوتا ہے کہ ع سے نکلنے کے بعد روشنی کی شعاعیں متوازی ہو جاتی ہیں۔ اسی واسطے آلہ کے اس حصے کو توازی گر کہتے ہیں م اور م'

---

[2] Collimator
[1] Spectroscope

دو منشور ہیں جن میں سے روشنی منعطف ہوتی ہے۔ اس سے طیف کی ایک لمبی پٹی حاصل ہوتی ہے۔ جس کو دیکھنے کے لیے متحرک دوربین دکام میں لائی جاتی ہے۔ دوربین کو حرکت دے کر ہم طیف کے جس حصے کو چاہیں میدان نظر میں لا سکتے ہیں۔ چنانچہ جب سفید روشنی کو ہم استعمال کرتے ہیں تو دوربین کا چشمہ ہم کو ایک مسلسل طیف دکھاتا ہے جس کے بائیں سرے پر بنفشئی روشنی ہوتی ہے اور داہنے سرے پر سرخ۔ سوڈیم کی روشنی میں صرف ایک رنگ ہوتا ہے اس لئے سوڈیم کا طیف حسب شکل ۶۹ع نظر آتا ہے۔

کرشف نے سورج کی روشنی کی ایک شعاع کو سوڈیم کے بخارمیں سے گزارا طیف دیکھا تو معلوم ہوا کہ تاریک فران ہوفری خط دشمسی طیف والے خط کے مقابلے میں تاریک تر نظر آتا ہے۔ اس سے اس نے یہ نتیجہ نکالا کہ زمین تک پہنچنے سے پہلے سورج کی روشنی سوڈیم کے بخار میں سے گزری ہوگی اور چونکہ ہمارے کرہ ہوا میں یہ بخار موجود نہیں ہے اس لئے لامحالہ سورج کے کرہ ہوا میں یہ بخار موجود ہوگا۔

ان تمام تجربوں سے اس نے یہ نتیجہ نکالا کہ ہر دہکنے والا یا تابناک بخار سفید روشنی میں سے وہ شعاعیں جذب کر لیتا ہے جو دہکنے پر خود خارج کرتا ہے۔ چونکہ فران ہوفر یہ مشاہدہ کر چکا تھا کہ ستاروں کی روشنی سورج کی روشنی سے مختلف ہو سکتی ہے اس لئے لازم آیا کہ ستارے کی روشنی ہماری آنکھ تک پہنچنے سے پہلے تابناک بخاروں سے گزرے۔ اس طرح سورج اور ستاروں کو گھیرے ہوئے جو بخار ہو سکتے ہیں ان کا پتہ چل جاتا ہے

سر ولیم ہرشل نے یہ رائے ظاہر کی کہ آفتاب ایک تاریک جسم ہے جس کے گرداگرد روشن ہوائی کرہ ہے۔ مگر اس کے برخلاف کرشف کے انکشاف سے ظاہر ہوا کہ آفتاب بذاتہٖ گرم جلتا ہوا جسم ہے جس کے گرد تاباں بخار کا ایک غلاف ہے۔ طیفی تشریح کے

ہمیں معلوم ہوا کہ سورج کے کرہ ہوا میں لوہا، میگنیشیم، تانبا، جست، بیریم، نکل، چاندی ہائڈروجن، آکسیجن، کاربن، سوڈیم وغیرہ کے سے کوئی چالیس عناصر موجود ہیں۔ لیکن زمین پر پائے جانے والے عناصر ایسے بھی ہیں جو وہاں موجود نہیں مثلاً گندھک فاسفورس پارا، نائٹروجن اور سونا۔ ممکن ہے کہ وہاں موجود ہوں لیکن ہمیں ابھی علم نہیں۔

اس سلسلے میں ایک دلچسپ لطیفہ خود کرشف نے متعدد مرتبہ بیان کیا ہے سوال یہ تھا کہ فران ہوفری خطوط سے سورج میں سونے کا بھی پتہ چلتا ہے یا نہیں۔ کرشف کا بینک کار بھی موجود تھا۔ اس نے کہا کہ سورج میں سونے سے مجھے کیا فائدہ یہاں لے آؤ تو جانوں۔ تھوڑے ہی عرصہ کے بعد اپنے انکشاف کے صلہ میں کرشف کو انگلستان سے ایک تمغہ وصول ہوا۔ اس کے ساتھ اس کی قیمت سونے کی شکل میں بھی وصول ہوئی۔ اپنے بینک کار کو حوالہ کرتے وقت اس نے کہا "لو دیکھو میں سورج سے تھوڑا سونا تو لے آیا ہوں۔"

کرشف اور بنسن دونوں نے یہ کلیہ قائم کردیا کہ طیف میں جو روشن خط نظر آتے ہیں تو وہ یقینی طور پر ان خطوط کو پیدا کرنے والی دھاتوں کی موجودگی کا پتہ دیتے ہیں۔ چنانچہ اس کی تائید یوں ہوئی کہ ڈرکٹ ہائم کے معدنی پانی میں طیف کی بدولت دو نئی دھاتوں کا پتہ چلا۔ نیلے اور سرخ خطوط کی بناء پر ان کو شناخت کیا گیا تھا اس لئے ان کا نام سیسیم اور ربوڈیم رکھا گیا

کرشف نے فران ہوفری خطوط کی جو توجیہہ کردی تو اس نے دنیائے سائنس میں ایک انقلاب پیدا کردیا۔ چنانچہ ہل ہولٹس نے جو رائے ظاہر کی اسے درج کیا جاتا ہے۔ "اس کے نتائج نہایت غیر معمولی ہوئے ہیں۔ اور طبعی سائنس کی تمام شاخوں

Durkheim ـــہ

کے لئے اس کی اہمیت مسلم ہے۔ انسانی تخیل اور دہم کو اس نے جو پرواز عطا کی ہے وہ مشکل سے کسی دوسرے انکشاف نے عطا کی ہو گی۔ اس کی بدولت ہم ان عالموں سے روشناس ہو رہے ہیں جو اب تک ہمارے لئے مخفی تھے۔

عکاسی

طیفوں کے مطالعہ میں عکاسی کی ایجاد سے بہت مدد ملی۔ اس کی داستان یہ ہے کہ جرمنی کے ایک ڈاکٹر یوحنا شلٹے کو اپنی کیمیا گری کے تجربوں کے سلسلے میں معلوم ہوا کہ جب وہ نائٹرک ترشے میں چاندی حل کرتا تھا اور پھر کھریا اس میں ملا دیتا تھا تو یہ مرکب روشنی میں رکھنے پر سیاہ پڑ جاتا تھا۔ وہ کچھ اس سے زیادہ کام نہ لے سکا۔ لیکن اپنی تحریروں میں اس کا بیان چھوڑ گیا۔ انگلستان کے ڈاکٹر ولیم لیوئس کو جب اس بیان سے آگاہی ہوئی تو اس نے تجربے دہرائے اور معلوم کیا کہ لکڑی اور ہاتھی دانت پر جب سلور نائٹریٹ کی تہہ چڑھا دی جاتی ہے تو روشنی میں وہ کالا پڑ جاتا ہے اس کی نگرانی میں ٹام ویجوڈ بھی تھا۔ ٹام نے اس کے علاوہ یہ کیا کہ سلور نائٹریٹ محلول کو کاغذ پر پھیر دیا۔ پھر شیشے پر ایک تصویر بنائی اور شیشے کو کاغذ پر رکھا تو کاغذ پر تصویر اتر آئی۔ ٹام نے ڈیوی سے ان تجربوں میں مدد چاہی۔ کیونکہ جب شیشہ ہٹایا جاتا تھا تو تصویر میں جو حصے سفید ہوتے تھے وہ تھوڑی دیر میں بقیہ حصے کی طرح کالے پڑ جاتے تھے۔ ڈیوی اس کا حل تجویز نہ کر سکا کیونکہ وہ دوسرے کاموں میں بہت مصروف تھا۔ دونوں نے بہت کچھ تجربے کئے لیکن کامیابی نہ ہوئی۔ اس لئے تیس برس تک اس پر کسی نے توجہ نہ کی۔

ولیم ہنری فاکس ٹیلباٹ ارل آف الچسٹر کا پوتا تھا۔ ۱۸۰۰ء میں پیدا ہوا۔ ابتدائی تعلیم ہیرو میں ہوئی۔ پھر وہ کیمبرج چلا گیا۔ غرض یہ تھی کہ تعلیم ختم کرنے کے بعد پارلیمان میں

Tom Wedgewood — Dr. William Luis — Dr. Johann Schultz

داخل ہو۔ چنانچہ تعلیم جب ختم ہوئی تو وہ پارلیمان کا رکن منتخب ہوگیا۔ لیکن سیاسیات سے زیادہ اس کو سائنس سے دلچسپی تھی اس لئے اس نے پارلیمان کو خیرباد کہا اور سائنس کے مطالعہ میں ہمہ تن مصروف ہوگیا چونکہ وہ اہل ثروت میں سے تھا اس لئے فکرِ معاش سے اس کو آزادی تھی۔ لہذا بقیہ عمر سائنس کی خدمت میں گزاری ۱۸۷۷ء میں اس نے انتقال کیا۔

اس کو سیاحت کا بھی شوق تھا۔ اطالیہ میں سفر کر رہا تھا کہ وہاں اسے خیال آیا کہ ان خوبصورت مناظر کی تصویر اتارنا چاہیئے۔ اس عدسوں اور منشوروں کی مدد سے کاغذ پر تصویر حاصل کی اور اس کو پنسل سے اتارنا چاہا۔ چونکہ خط کشی ڈرائنگ سے ناواقف تھا اس لئے ناکام رہا۔ پھر اسے خیال آیا کہ عکسالہ مظلمہ[1] سے مدد لی جائے۔ چنانچہ ایک ڈبے کو اس نے اندر سے تاریک کیا اور اوپر ایک عدسہ لگا کر اندر رکھی میز پر اس ذی مناظر کی تصویر اتاری۔ پھر چاہا کہ پنسل سے تصویر کے خط و خال اتارے۔ لیکن اس میں بھی کامیابی نہیں ہوئی۔ اب اس کے ذہن میں بہت سے خیالات آنے لگے۔ کیا اچھا ہو کہ یہ مناظر اپنی تصویریں خود کاغذ پر اتاریں۔ پھر اسے خیال آیا کہ بعض کیمیائی اشیاء پر روشنی کا اثر ہوتا ہے۔ لہذا اس نے تجربے کرنے چاہے لیکن وہ سفر میں تھا۔ وہاں سہولت نہ تھی۔ یہ قصہ ۱۸۳۳ء کا ہے۔ جب وہ انگلستان واپس آیا تو اس نے بہت سے تجربے انجام دیئے اور بالآخر اتنی کامیابی حاصل کر لی کہ سلور نائٹریٹ سے آلودہ کاغذ پر وہ لیس، پتیوں پتنگوں کی تصویریں اتارنے لگا۔ کاغذ کو پہلے ہلکے محلول میں بھگو کر اس پر سلور نائٹریٹ کا پچارا پھیرا گیا۔ اس کاغذ کو اس نے عکسالہ مظلمہ میں استعمال کیا۔ خط و خال عمارتوں کے اچھے حاصل ہوئے لیکن نقش و نگار صاف نہ تھے۔ مگر وہ دل برداشتہ نہ ہوا۔ اس نے

---

[1] Camera Obscura

نمک کے محلول میں کاغذ کو بھگو کر خشک کیا۔ پھر سلور نائٹریٹ کا پچارا پھیر کر خشک کیا۔ پھر نمک کا عمل کیا۔ اس طرح اس نے دیکھا کہ کئی بار کے عمل سے کاغذ زیادہ حساس ہو گیا عکسالے میں دس منٹ کے اندر اس سے تصویر آگئی۔ لیکن کچھ زیادہ اچھی نہ تھی۔ اب بھی ٹیلباٹ نے ہمت نہ ہاری۔ لیکن کچھ عرصہ کے لئے اس قصہ کو تہہ کر دیا۔ کوئی تین برس بعد ۱۸۳۸ء میں ایک روز ایسا ہوا کہ شیشے کی پٹی پر اس نے چاندی کا ایک ورق رکھا۔ اتفاق سے آیوڈین کا ایک ریزہ اس ورق پر گر پڑا۔ جہاں وہ ریزہ گرا تھا ورق سیاہ ہو گیا۔ ٹیلباٹ نے سوچا کہ روشنی کا اثر نہ تو چاندی پر پڑتا ہے اور نہ آیوڈین پر۔ تو پھر سیاہی کیسے پیدا ہوئی۔ یقیناً دونوں کا مرکب بن جاتا ہے۔ یہ مرکب آجکل سلور آیوڈائڈ کہلاتا ہے۔ تعجب اور یوں ہوا کہ چاندی میں رنگین حلقے بن گئے اور جب اس ورق کو کھڑکی کے سامنے رکھا گیا تو رنگ بدل گئے۔ اس کو رنگوں سے تو بحث نہ تھی۔ اس نے تو یہ دیکھا کہ حساسیت بڑھ گئی ہے

اس زمانے میں ٹیلباٹ کو وجوڈ اور ڈیوی کے کام کی خبر ہوئی۔ اسے افسوس ہوا کہ اتنے عرصہ تک (۳۰ برس تک) کسی نے اس پہ کام نہ کیا اس کا ایک دوسرا انکشاف بھی بالکل اتفاقی تھا۔ ایک روز اپنے ایک کاغذ پر اس نے تصویر اتاری تھی۔ اس سے کہیں گیلک[۱] ترشہ لگ گیا۔ بس کیا تھا ساری تصویر نمایاں ہو گئی۔ تمام تفصیلات واضح ہو گئیں۔ اب ٹیلباٹ نے عکسالہ کے نیچے کاغذ تھوڑی سی دیر کے لئے رکھا۔ کوئی تصویر دکھائی نہ دی۔ لیکن جب گیلک ترشہ لگایا تو تصویر نمودار ہو گئی۔ اسی کو آشکارا[۲] کرنا کہتے ہیں۔ ٹیلباٹ نے ایک منفیہ[۳] (نگیٹو) حاصل کیا تھا۔ اس سے دوسرے کاغذ کے اوپر مثبتہ[۴]

Negative ᵃˡ Develope ᵃˡ Gallic Acid ᵃˡ Positive ᵃˡ

(پارنیٹو)، حاصل کیا۔ "قلم فطرت" اور اسکا ٹشستان میں شمسی تصاویر کے نام سے اس نے دو نادر فوٹو بطوریادگار چھوڑے ہیں۔

اسی زمانے میں فرانس میں یوسف نیسفور نیپس (۱۷۶۵ء۔ ۱۸۳۳ء) چھاپے خانے والوں کو کتابوں میں چھاپنے کے لئے بلاک سازی میں مدد دیتا تھا۔ اس کو خیال آیا کہ عکسالہ مظلمہ کی تصویر کو کسی کیمیاوی طریقہ پر ثبت کیا جاسکتا ہے۔ وہ شارلس شیوالیر نامی ایک عینک فروش کے پاس سے عکسالہ (کیمرا) خریدا کرتا تھا۔ ایک دوسرا فرانسیسی ژاک داگوار (۱۷۸۹ء۔ ۱۸۵۱ء) بھی اسی دوکان سے چیزیں خریدا کرتا تھا۔ اس نے دوکاندار سے ذکر کیا کہ وہ بھی تصویروں کے ثبت کرنے کی فکر میں ہے۔ چنانچہ ایک دن دوکاندار نے اس کو اطلاع دی کہ نیپس بھی اس کام میں مصروف ہے دونوں کی یکجائی بہت مفید ہوگی۔ لہذا داگوار نے پتہ دریافت کرکے نیپس کو خط لکھا۔ لیکن جب نیپس نے خط پڑھا تو اسے خیال ہوا کہ یہ شخص میرے راز معلوم کرنے کی فکر میں ہے لہذا خط پھاڑ کے پھینک دیا۔ ایک برس بعد داگوآر نے پھر خط لکھا۔ داگوار تھیٹروں کے لئے منظر کشی کیا کرتا تھا۔ اب اس نے نیپس سے اپنے کام میں مدد طلب کی۔ اس مرتبہ نیپس نے خط رکھ لیا اور کچھ تفتیش کی۔ جب اسے یقین ہوگیا کہ داگوار درحقیقت کام کررہا ہے تو اس نے خط کا جواب دیا۔ پھر ایک دوسرے سے ملاقات میں ہر ایک نے دوسرے کو اپنا کام بتلایا۔

۱۸۲۷ء میں نیپس نے دھات پر فوٹو حاصل کرلئے تھے۔ اس میں داگوار نے اصلاح کی چنانچہ ۱۸۳۹ء میں "داگواری طریقہ" کے نام سے یہ طریقہ شائع ہوا۔ نیویارک کے ڈریپر

Joseph ے Sun Pictur in Scotland ے The Pencil of Nature ے
Jacques Daguerre ے Charles Chevalier ے Fix ے Nicephore Nieрce

نے فوراً اس طریقہ کو لے لیا۔ اس زمانے میں کسی شخص کی تصویر اتاری جاتی تھی تو چہرے پر پوڈر ملا جاتا تھا اور کوئی پانچ یا سات منٹ میں تصویر اترتی تھی بشرطیکہ دن روشن ہو ۱۸۴۰ء میں ڈریپر نے چاند کا فوٹو لیا۔ ۱۸۴۲ء میں اس نے فراں ہوفری خطوط کا فوٹو لے لیا چند مہینے پہلے ایڈمنڈ بکرل (۱۸۲۰ء - ۱۸۹۱ء) نے بھی ان خطوط کا فوٹو لیا تھا۔ ۱۸۴۳ء میں فلاڈلفیا واقع امریکہ کی ٹکسال میں یوسف سیکسٹن نامی ایک مستری نے ڈریپر کے لئے شیشے پر انکساری جالی کھینچ دی۔ تو ڈریپر نے انکساری طیف کا فوٹو لے لیا۔

اس شخص کا پورا نام جان ولیم ڈریپر تھا۔ یہ لورپول کے قریب ایک موضع میں ۱۸۱۱ء میں پیدا ہوا۔ جامعہ لندن میں اس نے تعلیم پائی ۱۸۳۳ء میں وہ امریکہ چلا گیا۔ جامعہ پنسلوانیا میں طب کی تعلیم حاصل کی۔ پھر ورجینیا میں کیمیا اور فعلیات کی صدارت پر فائز ہوا۔ بعد میں جامعہ نیویارک میں اسی خدمت پر منتقل ہوگیا۔ اخیر عمر تک یہیں رہا۔ ۱۸۸۲ء میں اس نے انتقال کیا۔

ڈریپر سائنس کا دلدادہ تھا اسی واسطے نیویارک کے مضافات میں ایک پرسکون مقام میں رہتا تھا۔ ۱۸۴۷ء میں اس نے ایک مقالہ شائع کیا جس میں اس نے تبلایا کہ تمام ٹھوس اشیاء اور غالباً مائع بھی ایک ہی تپش پر تاباں ہوتی ہیں۔ جو سرخ گرم یعنی ۵۲۵°م ہے۔ اس تپش سے نیچے غیر مرئی شعاعیں نکلتی ہیں۔ جب تپش اس سے بلند تر ہوتی ہے تو زیادہ انعطاف پذیر شعاعیں خارج ہوتی ہیں۔ تاباں ٹھوسوں کے طیف مسلسل ہوتے ہیں۔ گیسوں کے بھی طیف ایسے ہی ہوتے ہیں۔ لیکن ان میں روشن خط بھی ہوسکتے ہیں۔ لیکن اس میں اسکو دھوکا ہوگیا۔ منور گیس سے صرف روشن خط والا طیف حاصل ہوتا ہے

John William Draper at Joseph Saxton at Edmond Becquerel at
Incandescent at

طیفی تحلیل پر مزید تجربے

بنسن اور کرشف کی بدولت طیفی تحلیل کی بنیادیں تو قائم ہی ہو چکی تھیں۔ اس لئے اس نظریہ کی تکمیل اور فلکی کیمیا کی توسیع اہل سائنس کے پیش نظر تھی۔ ان پر یہ واضح ہو چکا تھا کہ کیمیائی ترکیب اور طبیعی خواص کے متعلق جو شہادت ان طیفوں سے ملتی ہے اس کے قبول کرنے میں احتیاط ضروری ہے، کیونکہ ضعفی طیفوں کی وجہ سے بہت کچھ التباس واقع ہوتا ہے۔ چنانچہ ۱۸۶۲ء میں جولیس پلوکر[1] (۱۸۰۱ء-۱۸۶۸ء) ایک جرمن سائنس دان نے بتلایا کہ ایک ہی شے مختلف تپشوں پر مختلف طیف پیدا کرتی ہے۔ ایک دوسرے جرمن طبیعی یوحنا ولہلم[2] ہٹارف کے ساتھ مل کر اس نے معلوم کیا کہ ہائڈروجن نائٹروجن اور گندھک کے بخارات کے لئے دو قسم کے طیف ہوتے ہیں۔ ایک پھیکا پٹی دار طیف اور ایک روشن خط والا طیف۔

اڈالف[3] وولنر (۱۸۳۵ء-۱۹۰۸ء) نے ۱۸۶۸ء میں ہائڈروجن، آکسیجن، نائٹروجن کے طیفوں کا مشاہدہ کیا۔ جبکہ پلوکر نلیوں میں ان کو مختلف دباؤں کے تحت رکھا گیا۔ آکسیجن کے تین طیف اس کو حاصل ہوئے۔ ان نلیوں میں چونکہ برقی اخراج گزرتا ہے اور چونکہ گیس کثیف تر ہو برقی مزاحمت بڑھ جاتی ہے۔ اس لئے وولنر نے خیال کیا کہ پلوکر نلیوں میں گیس کے دباؤ میں تغیر ہوتا ہے تو تپش میں ویسے ہی تغیرات ہوتے ہیں۔ اور اگر دباؤ اور تپش دونوں میں تبدیلی واقع ہو تو خاص تغیرات رونما ہوتے ہیں۔ انڈرس[4] یوناس انگسٹرام (۱۸۱۴ء-۱۸۷۴ء) پروفیسر طبیعیات جامعہ اپسالا[5] (سویڈن) نے وولنر پر جرح کی اور کہا کہ تپش کی بیشی سے طیف میں نئے خط پیدا ہو سکتے ہیں اور دباؤ کی بیشی سے خطوط زیادہ عریض ہو سکتے ہیں۔ بانیہمہ کوئی طیف بدل کر بالکلیہ دوسری

---

[1] JULIUS PLUCKER [2] JOHANN WILHELM [3] ADOLPH WULLNER
[4] ANDERS JONAS ANGSTROM [5] UPSALA (SWEDEN)

خصوصیات اختیار نہیں کر سکتا۔ انگسٹرام نے خیال ظاہر کیا کہ گیسوں میں کچھ قوتیں ہوں گی جو وولنز کو ایسے نتائج حاصل ہوئے

بہرحال مزید تحقیق سے پتہ یہی چلا کہ طیفی تغیرات کا انحصار نہ صرف دباؤ اور تپش کے تغیرات پر ہوتا ہے بلکہ سالمی ساخت پر بھی ہوتا ہے چنانچہ اس کے اثر کی تحقیق جن لوگوں نے کی ان میں برطانوی فلکی سر نارمن لاکیر (۱۸۳۶ء-۱۹۲۰ء) کا نام نمایاں ہے۔ ۱۸۷۳ء-۱۸۷۴ء میں لاکیر نے یہ نظریہ پیش کیا کہ ہر مرکب جسم کا طیف بھی مفرد جسم کے طیف کی طرح سادہ ہوتا ہے اور خطی طیف آزاد جوہروں کی وجہ سے پیدا ہوتے ہیں۔ پٹی دار طیف سالموں اور سالموں کے گروہوں کی وجہ سے پیدا ہوتے ہیں۔ انگسٹرام نے اس نظریے کی حمایت کی لیکن وولنز اس کے خلاف تھا۔ چنانچہ ۱۸۷۰ء میں اس نے نائٹروجن پر تجربے انجام دیئے۔ اور ثابت کیا کہ تپش کی تدریجی تبدیلی کی وجہ سے پٹی دار طیف بتدریج خط دار طیف میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔ اس کا کہنا یہ تھا کہ لاکیر نے انفراق سالمات کا جو نظریہ قائم کیا ہے واقعات کی توجیہ کے لئے اس کی ضرورت نہیں معلوم ہوتی۔ لاکیر نے کہا کہ کیلشیم جیسی چیزوں کے خطی طیف تپش کے بڑھنے سے بدل جاتے ہیں۔ اس پر اس نے ہمت کر کے یہ نظریہ پیش کر دیا کہ جس طرح پٹی دار طیف کے خطی طیف میں استحالے کی توجیہ سالموں کے جوہروں میں افتراق پانے سے کی جا سکتی ہے۔ اسی طرح یہ بھی کہا جا سکتا ہے کہ تپش کی بیشی کی وجہ سے خطی طیف میں تبدیلیاں اس بات پر دلالت کرتی ہیں کہ خود جوہروں میں افتراق ہو رہا ہے اور وہ ٹوٹ کر اور بھی سادہ تر اشیاء میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔ اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ کیمیائی عناصر کی نوعیت بہت پیچیدہ ہے

دو جرمن ماہرین ایچ کیزر اور سی رنگے نے ۱۸۹۰ء میں تحقیق کا ایک سلسلہ

C. RUNGE H. KAYSER DISSOCIATION SIDDERMAN/LOCKYER

شروع کیا۔ وہ اس نتیجے پر پہونچے کہ عناصر کے طیفوں میں خطوں کی تقسیم اتنی بے قاعدہ نہیں ہوتی جتنی کہ پہلی نظر میں معلوم ہوتی ہے۔ ان کو یہ بھی معلوم ہوا کہ معمولی عناصر کے طیفوں میں خطی سلسلے پائے جاتے ہیں

ہیلیم کی دریافت اس طیف کی بدولت ایک نمایاں انکشاف لاکیر نے ۱۸۶۸ء میں کیا۔ اس کو سوڈیم کے دوہرے خط کے پاس ایک باریک زرد خط طیف میں نظر آیا۔ چونکہ معلومہ اشیاء میں سے کوئی شے یہ خط نہیں پیدا کرتی تھی اس لئے اس نے نتیجہ نکالا کہ ایک نیا عنصر دریافت ہوا ہے۔ اس کا نام اس نے ہیلیم[1] رکھا۔ جو یونانی لفظ ہیلیوس بمعنی شمس سے ماخوذ ہے۔ لطف اس میں یہ ہے کہ اس عنصر کی دریافت ۹ کروڑ ۳۰ لاکھ میل دور سورج میں تو پہلے ہو گئی اور زمین پر بعد میں ہوئی کیونکہ ۲۷ برس بعد یعنی ۱۸۹۵ء میں سر ولیم ریمزے[2] ناروے کے ایک نادر معدنی کا امتحان کر رہا تھا کہ ایک گیس ایسی حاصل ہوئی جس نے وہی طیفی خط پیدا کیا جو ہیلیم کا ہے ہیلیم ایک گیس ہے جو غیر عامل ہے یعنی وہ کسی اور عنصر سے میل نہیں کرتی۔ وہ شعلہ پذیر نہیں اور کثافت بھی اس کی بہت کم ہے۔ اس لئے غباروں میں بھرنے کے لئے بہت موزوں ہے۔ ۱۹۱۴ء کی جنگ عظیم کے ابتدائی دنوں میں دیکھ بھال والے غباروں میں ہائڈروجن بھری جاتی تھی۔ لیکن صحیح نشانہ لے کر گولا پھینکا جاتا تو فوراً ختم ہو جاتا تھا۔ رفتہ رفتہ ریاستہائے متحدہ امریکہ اور کناڈا میں ہیلیم کے بڑے ذخیروں کا پتہ چلا۔ اس لئے غباروں میں ہائڈروجن کی جگہ ہیلیم نے لے لی۔

ڈاپلر اثر اجرام فلکی کی کیمیائی تشریح میں طیف نما کا استعمال بکثرت ہونے لگا تھا۔ لیکن خط نظر پر ان کی حرکت کا مسئلہ حل نہ ہوا تھا۔ دوربین

Sir William Ramsay [1] Helium [2]

سے اس مسئلے میں کوئی مدد نہ ملی تھی۔ بالآخر یوحنا کرسچین[۱] ڈاپلر (۱۸۰۳ء-۱۸۵۳ء) نے جو اصول آواز کے لئے وضع کیا تھا وہ روشنی پر بھی عائد کیا۔ نتیجہ یہ ہوا کہ طیف نے اجرام فلکی کی حرکت محسوس کر لی۔

"ڈاپلر آسٹریا کے مقام سالسبرگ کا رہنے والا تھا۔ اس کو کوئی مناسب روزگار نہ مل سکا۔ اس لئے وہ ۱۸۳۵ء میں امریکہ ہجرت کر جانے والا تھا کہ اسی زمانے میں اس کو پراگ میں ریاضی کا پروفیسر مقرر کر دیا گیا۔ ۱۸۴۲ء میں اس نے اس طرف توجہ دلائی کہ کسی منور جسم کا رنگ، آواز دینے والے جسم کے استداد (سُر) کی طرح مشاہد اور جسم کی اضافی حرکت سے متاثر ہوتا ہے۔ گویا روشنی کا رنگ آواز کا سر ہے

ڈاپلر کا اصول یہ ہے کہ جب کوئی مبدء امواج اور ایک مشاہد اضافی حرکت میں ہوتے ہیں تو موجوں کا مشاہدہ کردہ تعدد بدل جاتا ہے۔ جب مبدء مشاہد کے نزدیک ہوتا ہے تو فی ثانیہ مشاہد تک زیادہ موجیں پہنچتی ہیں۔ اس لئے آواز یا نور کا استداد بڑھ جاتا ہے، لیکن اگر مبدء دور رہا ہو تو یہ استداد گھٹ جاتا ہے

۱۸۴۵ء میں کرسٹاف[۲] ہائنرش دیترش بوئز بلیٹ (۱۸۱۷ء-۱۸۹۰ء) ناظم شاہی ادارۂ موسمیات یوٹرکٹ[۳] نے ریلوں پر تجربے کر کے آواز کی حد تک ڈاپلر کے نظریے کی تصدیق کی۔ ڈاپلر نے یہ خیال کیا کہ تمام ستاروں سے ایک ہی قسم کی یعنی سفید روشنی نکلتی ہے اور جو رنگ دکھائی دیتا ہے وہ ہماری طرف یا ہم سے دور حرکت کی وجہ سے ہے۔ بلیٹ نے بتلایا کہ یہ نتیجہ صحیح نہیں ہے۔ ستارہ نزدیک تر ہوگا تو اس کا اثر صرف اتنا ہوگا کہ سارا طیف بالائے بنفشی حصے کی طرف سرک جائے گا۔ بعض زیر سرخ شعاعیں مرئی ہو جائیں گی اور بعض بنفشی شعاعیں غیر مرئی۔ رنگ میں کوئی تبدیلی

---

[۱] JOHANN CHRISTIAN DOPPLER
[۲] CHRISTOPH HEINRICH DIETRICH BUYS BALLOT
[۳] UTRECHT

واقع نہ ہوگی۔ ۱۸۴۸ء میں فیزو نے بتلایا کہ اس سرکنے کا علم طیف کے خطوط کی جانچ سے ہو سکتا ہے

سرک چونکہ خفیف تھی اس لئے برسوں تک اس کا پتہ نہ چل سکا۔ جب ایسے آلے ایجاد ہوئے جن سے صحیح تر پیمائش ہو سکتی تھی تو پتہ چلا۔ اس سلسلے میں سر ولیم ہگنس[۱] (۱۸۲۴ء-۱۹۱۰ء) نے ۱۸۶۸ء میں اور ہرمن کارل فوگل[۲] (۱۸۴۱ء-۱۹۰۷ء) نے ۱۸۷۱ء میں سورج کی محوری گردش کی وجہ سے سرک کی شناخت کر لی

ستاروں کی حرکتوں اور دوہرے ستاروں کے انکشاف میں ڈاپلر کا اصول بڑی کامیابی سے استعمال کیا گیا۔ اس میں پیش پیش فوگل اڈورڈ سی[۳] پکرنگ (۱۸۴۶ء-۱۹۱۹ء) جیمس ای کیلر[۴] (۱۸۵۷-۱۹۰۰) وغیرہ ہیں۔ ۱۸۹۵ء میں کیلر نے ثابت کیا کہ زحل کے حلقے ٹھوس نہیں ہیں۔ اور خط نظر میں ستاروں کی حرکتوں کے متعلق طیف کے ذریعہ یہ بھی پتہ چلا کہ مختلف طیف والے ستارے فضا میں مختلف رفتاروں سے حرکت کرتے ہیں۔

دباؤ اور طیف یہ امر طے شدہ تھا کہ دباؤ کے بڑھنے سے طیفی خطوط چوڑے ہو جاتے ہیں۔ جی۔ ڈی لوئنگ[۵] اور جیمس ڈیوار نے اس رائے کی مخالفت کی کہ مسلسل طیف پست دباؤ پر اسی گیس کے طیفی خطوط کے چوڑے ہو جانے سے بنتے ہیں۔ ۱۸۹۵ء میں جامعہ جانسن ہاپکنس کے ڈبلو جے ہمفریز[۶] اور جے ایف موہلر[۷] نے اپنے تجربہ خانے میں ایک اہم مشاہدہ کیا۔ آل ای جیول[۸] نے بعض خطاؤں کی طرف اشارہ کیا تھا۔ لہذا دونوں نے ایسے تجربے انجام دیئے

Edward C. [۳] Hermann Carl Vogel [۲] Sir William Huggins [۱]

W. J. Humphreys [۶] G. D. Liveing [۵] James E. Keeler [۴] Pickering

L. E. Jewell [۸] J. F. Mohler [۷]

جن سے پتہ چلا کہ دھاتوں کے قوسی طیف کے خطوط سرخ کی طرف سرک جاتے ہیں جبکہ قوس کو گھیرنے والی فضا پر دباؤ بڑھا دیا جائے۔ اس سرک کو ڈاپلر کے اثر سے یہ امتیاز ہے کہ ہر دھات کے لئے اور ایک ہی دھات کے مختلف طیفی سلسلوں کے لئے سرک مختلف ہوتی ہے

زیمن اثر ۱۸۹۶ء میں جامعہ ایمسٹرڈم کے پروفیسر پیٹر زیمن[1] نے ایک دلچسپ کیفیت مشاہدہ کی جس سے روشنی پر مقناطیس کا اثر ظاہر ہوتا ہے اس کیفیت کو زیمن اثر[2] کہتے ہیں۔ ۱۸۶۲ء میں فیرڈے نے سوڈیم کے خطوط دیکھے تھے جبکہ شعلہ ایک مقناطیس کے دو قطبوں کے درمیان تھا۔ لیکن اس کو یہ کیفیت نظر نہ آئی تھی۔ لیکن حالات بہتر ہونے کی وجہ سے زیمن کو یہ کیفیت نظر آ گئی۔ اس میں ہوتا یہ ہے کہ مقناطیس کا میدان طاقتور ہو تو طیف کا ہر خط بٹ کر دو یا تین خطے بن جاتا ہے اس کی بدولت جوہری ساخت کے مفہوم میں بہت مدد ملی

شمسی طیف کے لئے انکساری جالی طیف حاصل کرنے کی دو صورتیں ہیں ایک تو منشور یا منشوروں کی ایک سلسلے کے ذریعے۔ دوسرے انکساری جالی کے استعمال سے۔ کرشف اور بنسن نے پہلا طریقہ استعمال کیا تھا اور فران ہوفر اور ڈریپر نے دوسرا طریقہ بھی برتا۔ انکساری جالی کے نظریہ کا خاکہ ینگ نے پیش کر دیا تھا۔ فران ہوفر کے بعد انکساری جالی کے تیار کرنے میں فریڈرش اڈولف نوبرٹ[3] (۱۸۰۶ء - ۱۸۸۱ء) نے اچھا نام پیدا کیا۔ وہ انگسٹرام اور ای ماسکرٹ[4] (۱۸۳۷ء - ۱۹۰۸ء) کو یہ جالیاں مہیا کیا کرتا تھا۔

FRIEDRICH [3] ZEEMAN EFFECT [2] PIETER ZEEMAN [1]

E. Mascart [4] ADOLPH NOVERT

نوری طول موج بہ طور طول کے معیار کے

۱۸۶۸ء میں انگسٹرام نے شمسی طیف پر اپنی تحققات شائع کیں۔ اس میں طول موج کی ایک جدول بھی تھی۔ عرصہ تک اسی کو معیاری سمجھا گیا چونکہ پیمائشوں کی بنیاد میٹر تھا اور میٹر میں کسر کسر تھی اس لئے ان پیمائشوں میں ایک خطا واقع ہوئی جس کا علم انگسٹرام کو ۱۸۷۲ء میں ہوا۔ لیکن تصحیح کی نوبت نہ آئی کہ اس کا انتقال ہو گیا۔ یہ تصحیح اس کے شاگرد آر تھالین[۹۷] نے ۱۸۸۵ء میں کی۔ انگسٹرام نے طول موج کے لئے جو اکائی استعمال کی تھی وہ سمر کا دس کروڑواں حصہ تھی۔ اس کو 10^{-8} سینٹی میٹر (سمر) لکھا جاتا ہے، اسی اکائی کا نام "انگسٹرائی اکائی" رکھ دیا گیا ہے اور آج تک یہی اکائی مستعمل ہے۔ ۱۹۰۷ء میں پیرس میں ایک جلسہ ہوا اس میں اس اکائی کی دوبارہ تعریف کی گئی کہ وہ ۱۵° اور ۷۶۰ ملی میٹر ہوائی دباؤ پر کیڈمیم کے سرخ خط کے طول موج کا $\frac{1}{6438.4696}$ حصہ ہے۔ پس اس خط کا طول طول موج نیز میٹر کے لئے صحیح معیار ہے۔ ابتدا میں میٹر کی بنیاد عالم کبیر[۹۶] میں ایک طبعی اکائی پر تھی یعنی زمین کے ربع محیط کے کروڑویں حصہ پر تھی۔ اب اس کی تعریف عالم صغیر[۹۵] کی ایک طبعی اکائی کی بناء پر کی جاتی ہے۔

تصویر ۱۴



سر فریڈرک ولیم ہرشل

طیف کے غیر مرئی حصے

روشنی کے متعلق سب سے پہلی نئی بات جو انیسویں صدی میں دریافت کی گئی وہ یہ تھی کہ سفید روشنی کو جب منشور میں سے گزارا جاتا ہے تو جو طیف بنتا ہے وہ پورا نظر نہیں آتا۔ جو حصہ

---

[۹۵] Microcasm [۹۶] Macrocasm [۹۷] R. Thalen

مرئی ہے اس کے دونوں طرف طیف پھیلا ہوتا ہے۔ چنانچہ ہرشل نے ۱۸۰۰ء میں زیر سُرخ شمسی شعاعیں دریافت کیں۔

سر فریڈرک ولیم ہرشل ۱۵ نومبر ۱۷۳۸ء کو بمقام ہینور پیدا ہوا۔ ۱۷۵۷ء میں وہ انگلستان پہنچا۔ دوربینوں کی ساخت اور اصلاح میں بڑی جدوجہد کی اور بالآخر سیارہ یورینس کو دریافت کیا۔ فلکیات میں زیادہ شہرت پائی ۱۷۸۲ء میں جارج سوم شاہ انگلستان نے شاہی فلکی مقرر کیا۔ ۱۸۱۶ء میں سر کا خطاب ملا۔ ۲۵ اگست ۱۸۲۲ء کو اس نے انتقال کیا۔

لوگوں کا ہمیشہ سے یہ خیال تھا کہ سب سے زیادہ حرارت زرد شعاعوں میں ہوتی ہے۔ کیونکہ ان میں روشنی زیادہ ہوتی ہے۔ ۱۸۰۰ء میں ہرشل نے اس پر تجربے انجام دیئے اور ثابت کیا کہ شمسی طیف کے مختلف حصوں کی تقسیم مساوی نہیں ہوتی چنانچہ جب تپش پیما مختلف شعاعوں میں اس نے رکھا تو بنفشی سے چل کر زرد حصے پر پہنچا تو پارہ زیادہ اونچا ہونے لگا۔ لیکن جب تپش پیما سرخ شعاعوں کے سامنے ہو کر گزرا تو پارہ اور بھی چڑھ گیا۔ جب سرخ شعاعوں کے نیچے تپش پیما پہنچا تو معلوم ہوا کہ سرخ کے نیچے ہی گرمی سب میں زیادہ ہوتی ہے

سابق میں ان غیر مرئی حصوں کا کسی کو گمان بھی نہ تھا۔ ہرشل کا مقولہ اس سلسلے میں مشہور ہے کہ "سائنس میں اس سے بڑی مدد ملتی ہے کہ مقبول عام باتوں پر شک کیا جائے۔ بالخصوص جبکہ شک کو رفع کرنے کے ذرائع ہمارے اختیار میں ہوں" ۱۸۰۷ء میں ٹامس ینگ نے اپنے لیکچروں میں اسی انکشاف کو نیوٹن کے زمانے کے بعد سے سب سے بڑا انکشاف تسلیم کیا۔ بایں ہمہ اہل طبیعیات اور نصاب نویسوں نے

SIR FREDERICK WILLIAM HERCHEL ؎ INFRARED ؎

کوئی پچاس برس تک اس سے بے اعتنائی برتی۔

ہرشل کے خیالات پر ایڈنبرا کے جان لسلی[1] (۱۷۶۶ء۔ ۱۸۳۲ء) نے بہت کچھ تنقید کی۔ اس شخص نے تفریقی تپش پیما ایجاد کیا تھا۔ اس وجہ سے تعجب ہوتا ہے کہ ایسا محقق فرزانہ ایسی غلطی میں کیوں مبتلا ہو گیا کہ اشعاعی حرارت اور نور میں اس کو کوئی ربط نظر نہ آیا۔ لیکن غنیمت یہ ہے کہ لسلی کی تائید کسی نے نہیں کی۔ سر ڈیوی نے اتنا ثابت کر دیا تھا کہ جزئی خلاء میں معمولی دباؤ پر ہوا کے مقابلے میں اشعاع تین گنا تیز تر ہوتا ہے۔

ہرشل کے انکشاف کے بعد بالا بنفشئی روشنی سے ایک دوسرا انکشاف عمل میں آیا۔ ڈنمارک کے ایک کیمیا داں نے نائٹروجن کی دریافت کے وقت یہ کہا تھا کہ سلور نائٹریٹ پر اگر بنفشئی شعاعیں ڈالی جائیں تو اس کا رنگ سیاہ ہو جاتا ہے۔ ینیا کے پروفیسر یوحنا ولہلم رٹر[2] (۱۷۷۶ء۔ ۱۸۱۰ء) نے ۱۸۰۱ء میں یہ معلوم کیا کہ کاغذ کے اس حصے پر جہاں بنفشئی شعاعیں پڑتی ہیں سیاہ ہلکے دھبے نظر آتے ہیں۔ مگر طیف جہاں تاریک و غیر مرئی ہے وہاں بھی یہ دھبے پڑتے ہیں۔ پس اس نے یہ نتیجہ نکالا کہ بالا بنفشئی حصہ میں ایسی شعاعیں ہیں جو ایسا کیمیائی اثر رکھتی ہیں۔ اسی واسطے یہ شعاعیں تاریک کیمیائی شعاعیں کہلائیں۔

اشعاعی حرارت میں تحقیق زیادہ تر مقدونیو میلونی[3] کی رہین منت ہے۔ یہ شخص ۱۷۹۸ء میں پیدا ہوا۔ لڑکپن سے ہی سائنس کے ساتھ بہت شغف رکھتا تھا۔ اسے مادر زاد طبیعیات داں کہا جائے تو بجا ہے۔ چنانچہ مدرسہ چھوڑتے ہی اس نے طبیعیات کے درس دینا شروع کر دیئے۔ سات برس تک جامعہ پرما میں تعلیم دیتا رہا

---

[3] Macedonio Melloni [2] Johann Wilhelm Ritter [1] John Leslie

اطالیہ کا رہنے والا تھا۔ وہاں سیاسی فضا ایسی مکدر تھی کہ اسے ترک وطن پر مجبور ہونا پڑا۔ فرانس پہنچا تو وہاں اراگو کو اچھا دوست پایا۔ وہاں اس نے ایک پروفیسری بھی قبول کر لی۔ ۱۸۳۷ء میں اس کو اپنے وطن واپس آنے کی اجازت مل گئی۔ وہ واپس گیا اور ۲ برس بعد ۱۸۳۹ میں اسے نیپلس کی مجلس فنون و تجارت کا ناظم بنا دیا گیا ۱۸۵۰ء میں اس نے ایک کتاب شائع کی جس میں اشعاعی توانائی پر اپنی تحقیق کو مفصل طور پر بیان کیا ہے۔ دیباچے میں اپنی ابتدائی زندگی کے حالات لکھے ہیں وہ دلچسپ ہیں چنانچہ ایک اقتباس حسب ذیل ہے :-

"میری پیدائش پارما کی ہے۔ مجھے جب چھٹی ملتی تو ایک رات پہلے دیہات میں چلا جاتا تھا۔ جلدی سو جاتا تھا اور پھر چپکے سے گھر سے باہر نکل جاتا تھا۔ اور دوڑ کر ایک چھوٹی پہاڑی پر چلا جاتا تھا تاکہ صبح کے وقت طلوع آفتاب کا منظر دیکھ سکوں اور اس سے لطف اٹھا سکوں۔ میں محو حیرت رہتا تھا کہ اس آفتاب عالم تاب سے ہماری زندگی کو کتنا گہرا تعلق ہے ......"

اس نے ۱۸۵۴ء میں انتقال کیا۔ اس زمانہ میں ہرشل کے بتائے ہوئے تپش پیما استعمال ہوتے تھے لیکن اشعاعی حرارت کے مطالعہ میں ان سے زیادہ مدد نہ ملتی تھی۔ اس لئے لیوپالڈ نوبلی (۱۷۸۴ء- ۱۸۳۵ء) فلارنس کے پروفیسر نے حرانبار[1] ایجاد کیا۔ پھر میلونی اور نوبلی دونوں نے مل کر اس کی تکمیل کی اس سے ایک نتیجہ تو یہ اخذ ہوا کہ اشعاعی حرارت مختلف قسم کی ہوتی ہے۔ جس طرح مرئی شعاعوں میں تنوع ہوتا ہے ویسا ہی حرارتی شعاعوں میں بھی پایا جاتا ہے۔ میلونی نے استعارے کے طور پر حرارت کے رنگ کی اصطلاح استعمال کی جس کو آنکھ سے نہیں دیکھا جاتا ہے

THERMOPILE [1]		LEOPOLD NOBILY [2]

بلکہ آلوں سے محسوس کیا جاتا ہے۔ وہ اس نتیجے پر پہنچ گیا کہ اشعاعی حرارت اور روشنی ایک ہی چیز ہیں۔ لیکن اگر یہ صحیح ہے تو سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ چاند کی روشنی میں حرارتی اثرات ہیں یا نہیں؟ کیونکہ جہاں روشنی ہوتی ہے وہاں حرارت ہوتی ہے اور بالعکس اس پر میلونی نے تجربے کئے۔ شروع میں تو ناکامی رہی۔ لیکن بعد میں وہ کامیاب ہو گیا چنانچہ ۱۸۴۶ء میں اس نے کوہ ویسو ویس پر تجربہ انجام دیا۔ حرانبار اور گلونو پیما[3] یا رَو پیما کی مدد سے چاند کی شعاعوں سے خفیف حرارتی اثرات حاصل کئے

میلونی نے ٹھوسوں اور مائعوں میں اشعاعی حرارت کے انجذاب پر بہت کچھ تجربے کئے۔ اس نے حرگزاری[2] کی اصلاح وضع کی جس کا مفہوم ایسا ہی ہے جیسا شفافیت کا مفہوم روشنی کے لئے۔ ان تجربوں سے اس نے یہ نتیجہ نکالا کہ لاہوری نمک ہر قسم کی حرارتی شعاعوں کے لئے شفاف ہے۔ گو آجکل یہ محل نظر سمجھا جاتا ہے

جب میلونی ٹھوسوں اور مائعوں کی حرگزاری دریافت کر رہا تھا تو جان ٹنڈال[1] گیسوں اور بخاروں کے لئے یہی کام کر رہا تھا۔ ٹنڈال ۲۱ اگست ۱۸۲۰ء کو آئرستان میں کارلونی ایک مقام کے قریب ایک قریہ میں پیدا ہوا۔ اس نے جامعہ ماربرگ میں تعلیم پائی۔ جب اکیس برس کا ہوا تو انگلستان چلا گیا۔ وہاں مانچسٹر میں ریلوے انجنیروں کی ایک کمپنی میں شریک ہو گیا۔ ۱۸۴۷ء میں نئے قائم شدہ گرینوڈ کالج میں استاد ریاضی کی حیثیت سے اس کا تقرر ہو گیا۔ ایک سال بعد وہ جامعہ ماربرگ گیا تاکہ ریاضی طبیعیات اور کیمیا کی تکمیل کر سکے۔ کیمیا کی تکمیل بنسن کے تحت ہوئی۔ ٹنڈال کو طبیعیات کی طرف مائل کرنے میں کارل[4] ہرمن کنابلاوخ (۱۸۲۰ء - ۱۸۹۵ء) کا بہت حصہ تھا جس نے میلونی کے کام کی تصدیق اور توسیع کی تھی۔ ۱۸۵۰ء میں ٹنڈال

---

[1] JOHN TYNDAL [2] DIATHERMANCY [3] GALVANOMETER [4] CARL HERMAN KNOBLANG

گریجویٹ ہوگیا۔ سال دو سال کے بعد انگلستان واپس آیا۔ رائل انسٹیٹیوشن میں اس نے ایک لکچر دیا جس نے سامعین کو حیرت میں ڈال دیا۔ ۱۸۵۳ء میں اس انسٹیٹیوشن میں وہ فلسفہ طبعی (سائنس) کا پروفیسر مقرر ہوا۔ جو تحقیقات اس نے کی ہیں وہ تقریباً سب کی سب یہیں انجام کو پہنچیں۔ یہاں اس کے پیشرو ینگ ڈیوی اور فریڈے تھے۔ فریڈے کے ساتھ ٹنڈال نے کام بھی کیا۔ وہ ٹرنیٹی ہاؤس اور بورڈ آف ٹریڈ کا سائنسی مشیر بھی مقرر ہوا۔ مشکل مضامین کو عام فہم بنانے میں اس کو خاص ملکہ حاصل تھا۔ چنانچہ اس کی کتابیں "حرارت ایک طرز حرکت" "نور پر چھ لکچر" "آواز" "اجزاء سائنس" "پانی کی شکلیں" وغیرہ اس پر شاہد عادل ہیں ۴؍ دسمبر ۱۸۹۳ء کو اس نے انتقال کیا۔

لسلی، میلونی اور ٹنڈال نے انجذاب پر رنگ کے اثر سے متعلق ایک غلط خیال کی اصلاح کی۔ فرینکلن نے برف پر مختلف رنگ کے کپڑے ڈالے پھر ان پر دھوپ پڑنے دی۔ انھوں نے سورج کی شعاعوں کو مختلف درجوں تک جذب کیا۔ اس لئے وہ برف میں مختلف گہرائیوں تک اترے۔ اس سے فرینکلن نے یہ نتیجہ نکالا کہ گہرے رنگ اچھے جذب کرنے والے ہوتے ہیں اور ہلکے رنگ اس معاملے میں بدترین ہوتے ہیں۔ لیکن یہ کلیئہ ترمیم طلب ہیں۔ سورج یا دوسرے کسی منور جسم سے اشعاع اگر صرف مرئی شعاعوں پر مشتمل ہوتا تو مسئلہ سادہ تر ہوتا۔ لیکن غیر مرئی شعاعیں اکثر وہ اثرات پیدا کرتی ہیں۔ جو فرینکلن کے نظریے کے خلاف پڑتے ہیں۔ ٹنڈال نے ایک نازک سیمابی تپش پیما کے جوفے پر پھٹکری مل دی اور دوسرے تپش پیما کے جوفے پر آیوڈین مل دیا جو ایک سیاہ سفوف سا ہے۔ پھر ایک گیسی شعلہ سے ایک ہی فاصلہ پر رکھ کر روشنی پڑنے دی۔ پھٹکری والا تپش پیما دوسرے سے تقریباً دگنا بلند تھا۔ حالانکہ

Board of Trade ✱ Trinity House ✱

پھٹکری کا سفوف سفید تھا۔ اسی سلسلے میں ٹنڈال نے بتایا کہ لباس کے لیے جو کپڑے استعمال کئے جاتے ہیں، ان سے اشعاع کا انحصار ان کے رنگ پر اتنا نہیں ہوتا جتنا کہ سمجھا جاتا ہے

اشعاع معمولی تپشوں پر بھی ہر جسم سے اشعاع ہوتا ہے لیکن اس اشعاع میں تموج ایسا پست ہوتا ہے کہ آنکھ کو متاثر نہیں کر سکتا۔ لیکن جب کسی قسم کی تپش بڑھتی ہے تو مختلف کیفیتیں نمودار ہونے لگتی ہیں چنانچہ جب کوئی ٹھوس جسم اتنا گرم کیا جاتا ہے کہ اس کی تپش ۵۲۵° م سے بڑھ جائے تو بقول ڈریپر دھیما سرخ رنگ پیدا ہوتا ہے۔ تپش اور بڑھے تو دوسرے رنگ بھی نمودار ہوتے ہیں۔ اور خیال ہو سکتا ہے کہ ایک وقت بنفشئی نمودار ہوگا۔ لیکن ہوتا یہ ہے کہ روشنی سفید ہو جاتی ہے۔ چونکہ سفید رنگ سب رنگوں کا مجموعہ ہوتا ہے اس لئے سفید اشعاع کے معنے یہ ہوئے کہ بڑے تعدد کے اشعاع کے ساتھ چھوٹے تعدد کا اشعاع بھی شامل ہے۔ اب سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ مختلف تعدد کی شعاعوں کی حدت تپش کے بڑھنے سے کس طرح بڑھتی ہے، اور کسی دی ہوئی تپش پر کون سا تعدد نمایاں ہوتا ہے اس کو دوسرے الفاظ میں یوں بھی کہہ سکتے ہیں کہ مختلف تپشوں کے لئے طیف میں اشعاع کی تقسیم کیسی ہوتی ہے۔؟

سوئٹزرلینڈ کے مقام جنیوا کے رہنے والے پیر پریوسٹ (۱۷۵۱ء۔ ۱۸۳۹ء) نے اشعاع بنیادی مسائل پر کام کیا تھا۔ اس نے نظریۂ "تبادلہ" پیش کیا تھا۔ مفہوم یہ ہے کہ ہر جسم حرارت خارج کرتا ہے اور ماحول کی اشیاء سے حرارت قبول بھی کرتا ہے۔ اور اگر تمام جسموں کی تپشیں ایک ہی ہوں تو بھی تبادلہ جاری رہتا ہے۔ داخل خارج برابر رہتا ہے۔

THEORY OF EXCHANGES — PIERRE PREVOST

ایڈنبرا کے بالفور اسٹوارٹ (۱۸۲۸ء - ۱۸۸۷ء) نے اس نظریہ تبادلہ توسیع کی کی۔ اس نے مستقل تپش پر انجذاب اور اخراج کی نسبت پر اس کی بنیاد رکھی۔ بعد میں اسٹوارٹ نے ایسے جسم پر غور کیا جس میں انجذاب بھی ہوتا ہے جس سے اخراج بھی ہوتا اور جو ایک ماحول کے اندر حرکت کرتا ہے۔ ابتداءً جسم اور ماحول دونوں کی تپش ایک ہی ہوتی ہے۔ ڈاپلر کے اصول کے مطابق جسم متحرک کے سامنے سے جو اشعاع ہوگا وہ عقبی اشعاع سے تیز تر ہوگا۔ پس لازم آیا کہ متحرک جسم ماحول کو وہ شعاعیں نہ پہنچائے جو ایک ہی تپش پر ہونے اور سکون میں رہنے کی حالت میں پہنچاتا۔ پس ماحول کو ایک طرف سے وہ شعاعیں اخراج کر رہا ہے اور دونوں ایک نہیں ہیں۔ پس ماحول کے تمام حصے ایک ہی تپش پر نہیں رہیں گے۔ مختلف تپشوں کے ان ذروں سے ہم حرارت کو میکانکی حرارت میں منتقل کر سکتے ہیں جس طرح بھاپ انجن میں کیا جاتا ہے۔ نتیجہ یہ ہوا کہ ماحول کے اندر میکانکی توانائی کی مقدار میں اضافہ ہو گیا۔ اور یہی ممکن نہیں ہے ورنہ دوامی حرکت کا تسلیم کرنا لازم آئے گا۔ پس یہ فرض نہیں کیا جا سکتا ہے کہ ایسے ماحول میں متحرک جسم اپنی حرکتی توانائی کو برقرار رکھتا ہے۔ بنا بریں ایسے جسم کی حرکت کی توانائی بتدریج مسدود ہو جائے گی۔ پس اسٹوارٹ نے نتیجہ نکالا کہ اجرام فلکی جب ایک دوسرے سے قریب یا دور ہوتے ہیں تو ان میں میکانکی توانائی کا نقصان ہوتا ہے

لیکن اس سلسلے میں ایک دوسرا سوال بھی حل طلب تھا۔ ایک حد تک اس پر پہلے سوال کا حل بھی موقوف تھا۔ روسی ماہر طبیعیات پیٹر ان لیبیڈیٹ (۱۸۶۶ء - ۱۹۱۱) نے ۱۹۰۱ء میں خلا کے اندر بہت ہلکے آئینے رکھ کر یہ ثابت کیا کہ روشنی کی ایک موج دباؤ ڈالتی ہے۔ ارنسٹ فاکس نکالس (۱۸۷۰ء - ۱۹۲۴ء) امریکی طبیعیات داں بھی اس نتیجہ

FRNST FOX NICHOLS ⁴ PETER N. LEBEDEV ³ BELFOUR STEWART ²

پر پہنچا کہ۔ نور کے برقی مقناطیسی نظریہ کی بھی یہی پیش گوئی تھی۔ لیبیڈف وغیرہ نے دمدار ستاروں کی دموں کے سورج سے دور ہونے کی بھی توجیہہ اسی دباؤ سے کی جبکہ دمدار ستارہ سورج سے قریب ہو اس صورت میں روشنی کا دباؤ تجاذبی جذب سے بڑھ جاتا ہے

براعظم یورپ پر اسٹوارٹ کے مقالوں پر زیادہ توجہ نہیں کی گئی۔ وہاں کرشف کی تحقیق کا دور دورہ تھا۔ اسی زمانے میں وہ بھی اس نتیجہ پر پہنچا کہ" ایک ہی تپش پر ایک ہی طول موج کے اشعاع کے لئے خروجی انجذابی طاقتوں کی نسبت تمام جسموں کے لئے ایک ہی ہوتی ہے" ۱۸۶۰ء سے ۱۸۶۲ء تک اس نے بہت اہم مقالے شائع کئے

عام طور پر ہوتا یہ ہے کہ جب اشعاع کسی جسم پر واقع ہوتا ہے تو اس کے تین حصے ہوجاتے ہیں۔ ایک حصہ منعکس ہوجاتا ہے، اور ایک حصہ منتقل ہوجاتا ہے اور ایک حصہ جذب ہوجاتا ہے، نظری حیثیت سے انجذاب کامل والی صورت بہت جاذب ثابت ہوئی۔ چنانچہ کرشف نے کامل "سیاہ جسم" کی تعریف ایسے جسم سے کی جو تمام تپشوں پر واقع ہونے والے تمام حرارتی اشعاع کو جذب کرلیتا ہے۔ کاجل میں اس نظری جسم کی تمام باتیں نہیں پائی جاتیں۔ کرشف نے اتنا معلوم کرلیا تھا کہ کسی جسم کی طاقت اخراج اور انجذاب کا انحصار صرف تپش مطلق اور طول موج پر ہوتا ہے۔ اور تمام سیاہ جسموں کے لئے حرارت خارج کرنے کی طاقت ایک ہی ہوتی ہے اور سیاہ جسم کے مادے سے بے نیاز ہوتی ہے۔ فرض کرو ہم دو جسم لیتے۔ تو اوپر بیان کردہ مسئلہ کی رو سے انجذابی اور اخراجی طاقتوں کی نسبت ان کے لئے ایک ہی ہوگی۔ فرض کرو کہ ان دونوں جسموں میں سے ایک" سیاہ جسم" ہے، تعریف کی رو سے اس کے لئے انجذاب کامل ہوتا ہے اور چونکہ انجذابی طاقت کے معنے جذب شدہ اور واقع اشعاع کی نسبت ہے اس لئے انجذاب کامل پر انجذابی طاقت اکائی ہوگی۔ پس طول موج اور تپش مطلق سے جو رشتہ "سیاہ جسم" کے اخراج کو ہوگا وہی سر جسم" کی اخراجی اور انجذابی نسبت کو ہوگا

بنابریں سیاہ جسم کی شرائط کی تکمیل تجربۃً ممکن ہے۔ کرشف کے نظری نتیجے سے ایسی تجربوں کا امکان پیدا ہوتا ہے جن سے طول موج اور تپش مطلق کے اس رشتہ یا تفاعل[۱] پر بھی کچھ روشنی پڑتی ہے جس کو "عالمی تفاعل" کا نام دیا گیا ہے

جہاں تک نفس تجربہ کا تعلق ہے، کرشف کے خیالات اسٹوارٹ سے ملتے جلتے تھے کرشف نے ایسا بند تجویز کیا جس کی دیواریں اندر سے کالی ہوں جس کو ایک مستقل تپش پر رکھا گیا ہو اور جس میں ایک بہت ہی چھوٹا سوراخ ہو جس سے اشعاع اندر سے باہر جا سکے۔ نظری حیثیت سے یہ اشعاع بعینہٖ مفروضہ سیاہ جسم کا اشعاع ہوتا ہے۔ لیکن تجربہ خانے میں فنی امور کی تکمیل میں کئی برس لگ گئے۔

اشعاعی توانائی کے مطالعہ میں سیموئل پیرپانٹ[۲] لانگلے (۱۸۳۴ء - ۱۹۰۶ء) نے بہت کچھ حصہ لیا۔ یہ شخص بمقام راکس بری[۳] ضلع بوسٹن، امریکہ میں پیدا ہوا۔ اس نے تعمیرات اور انجینئرنگ کی تعلیم پائی۔ ۲ برس سیاحت میں صرف کئے ۱۸۶۵ء میں رصدگاہ[۴] ہارورڈ میں مددگار ہو گیا۔ بعد میں بحری رصدگاہ میں ریاضی کا مددگار پروفیسر ہو گیا۔ ۱۸۶۷ء میں رصدگاہ ایلی گھنی[۵] کا ناظم مقرر ہوا۔ ۱۸۸۷ء میں وہ واشنگٹن کے ادارۂ اسمتھسونین[۶] کا معتمد ہو گیا اور پھر وفات تک اسی خدمت پر رہا۔ وہ بالکل مجرد رہا۔ طبیعت تنہائی پسند تھی۔ بچپنے میں آفتاب عالمتاب سے بہت رغبت رکھتا تھا جب بڑا ہوا تو تحقیق بھی اسی موضوع پر کی۔

میلونی اور ٹنڈال نے جو حرانبار ایجاد کیا تھا اس سے زیادہ نازک آلے کی ضرورت تھی تاکہ اشعاع کا اچھی طرح مطالعہ کیا جا سکے۔ چنانچہ لانگلے نے ایسا آلہ

SAMUEL PIERPONT [۲] FUNCTION [۱]

HARVARD OBSEVATORY [۴] ROXBURY [۳] LANGLEY

SMITHSONION INSTITUTION [۶] ALLEGHENY [۵]

ایجاد کیا۔ جس کو شعاعی حرارت پیما کہتے ہیں۔ اس کو سب سے پہلے ۱۸۸۱ میں پیش کیا گیا یہ گویا ایسا آلہ ہے جس سے تپش کے فرق معلوم کئے جاتے ہیں۔ اسی میں پلاٹنیم کی ایک پتی ہوتی ہے (شروع میں لوہے کی پتی استعمال کی گئی تھی) جو ایک برقی دور میں شامل ہوتی ہے۔ جب اشعاع اس پر واقع ہوتا ہے تو اس کی تپش بڑھتی ہے اور برقی مزاحمت میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ ایک حساس رو پیما برقی رو کے تغیرات بتلاتا ہے۔ چنانچہ اس آلے سے ایک درجہ مئی کے $\frac{1}{100000000}$ ویں حصے کے برابر فرق تپش معلوم کیا گیا ہے

سب سے پہلی بات جو اس آلے کی مدد سے ثابت کی گئی وہ یہ تھی کہ سورج کو طیف میں سب سے زیادہ حرارت نارنجی حصے میں ہوتی ہے نہ کہ زیر سرخ حصے میں جیسا کہ ہرشل اور دوسرے لوگوں نے دعوا کیا تھا۔ ان لوگوں نے منشوری طیف استعمال کیا تھا۔ اس میں دو خاص خامیاں ہوتی ہیں۔ ایک تو یہ کہ منشور اشعاع کے ایک حصہ کو جذب کر لیتا ہے جس کو "انتخابی جذب" کہتے ہیں۔ دوسرے یہ کہ منشور طیف کے زیریں حصے میں شعاعوں کو مرتکز کر دیتا ہے اس لئے حرارت کی صحیح تقسیم قائم نہیں رہتی۔ یہ دونوں خامیاں انکساری جالی کے استعمال سے نہیں پیدا ہوتیں۔ اس سے طبعی طیف حاصل ہوتا ہے برسوں لوگ اس خیال پر قائم رہے۔ اگرچہ تجربہ کی تائید حاصل نہ تھی کہ ہمارا کرہ ہوا گرم خانے کے شیشے کی طرح کام دیتا ہے اور زمین سے جو زیر سرخ شعاعیں اشعاع باقی ہیں ان کو جذب کر لیتا ہے۔ لانگلے نے تجربے کی بنا پر ثابت کیا کہ یہ خیال صحیح نہیں ہے۔ زیر سرخ شعاعیں نسبتاً آسانی سے گزر جاتی ہیں۔ شہر الیی تھنی میں کوہ وہیٹنے کی چوٹی پر اس نے ۱۸۸۱ء میں تجربے انجام دیئے۔ ان سے معلوم ہوا کہ کرہ ہوا میں غیر متوقع طور پر انتخابی جذب سے کام لیتا ہے۔ اور نیلگوں اور سبز رنگ کے ایک زبردست

SELECTIVE ABSORPTION BOLOMETER

حصہ کو روک لیتا ہے۔ یہ کرہ ہوا آفتابی اشعاع کے ایک حصہ کو نہ صرف روک لیتا ہے بلکہ ایسا کرنے میں اس کی ترکیب بھی بالکل بدل ڈالتا ہے۔ نیلگوں اور سبز کے بڑے حصے کے خارج ہو جانے سے باقی ماندہ روشنی جو ہم تک پہنچتی ہے اس کا اثر ہماری آنکھ پر پڑتا ہے۔ اسی کو "سفید روشنی" کہا جاتا ہے۔ پس اس سے واضح ہے کہ سفید روشنی سورج کے تمام اشعاعوں کا مجموعہ نہیں ہے۔ اگر ہم زمین کے کرہ ہوا سے بلند ہو جائیں تو ہم کو آفتاب سبزی مائل نظر آئے گا۔

فرینک[1] واشنگٹن ویری (۱۸۵۲ء۔ ۱۹۲۷ء) کی مدد سے لانگلے نے چاند کی تپش پر تجربے کئے۔ اشعاعی حرارت پیما استعمال کیا تو حرارت کا ایک منحنی[2] حاصل ہوا جس میں دو نقطے اعظم[3] نکلے۔ پہلا اعظم نقطہ آفتابی منعکس شعاعوں سے پیدا ہوا۔ دوسرا اس حرارت کی وجہ سے پیدا ہوا جو بہت پست تر تپش پر ایک مبدء سے خارج ہوتی ہے۔ یہ مبدء خود چاند کی سطح ہے۔ سورج کی روشنی جب چاند پر پڑتی ہے تو چاند کی زمین کی تپش بقول لانگلے "صفر درجہ ی سے بہت زیادہ نہیں ہے"

اس کے بعد ان دونوں نے جگنو کے اشعاع کا مطالعہ کیا تو انھوں نے معلوم کیا کہ خود روشنی میں جتنی حرارت ہوتی ہے اس کے علاوہ حرارت پیدا کئے بغیر روشنی پیدا کرنا ممکن ہے۔ فطرت میں یہی عمل جگنو کے ذریعہ انجام پاتا ہے۔ اگر مصنوعی ذرائع کا مقابلہ اس فطری ذریعہ سے کیا جائے تو پتہ لگتا ہے کہ موم بتی کو جلا کر جو توانائی حاصل کی جاتی ہے اس پر اس فطری ذریعہ کے مقابلہ میں ۴۰۰ گنا زیادہ خرچ آتا ہے۔ اور بجلی کی روشنی پر جو خرچ آتا ہے اس سے تو گویا کوئی نسبت ہی نہیں۔

لانگلے نے آفتابی طیف کے زیر سرخ حصے کا بھی اچھی طرح مطالعہ کیا۔

---

[2] CURVE [1] FRANK WASHINGTON VERY

[3] MAXIMA

۱۸۴۲ میں ڈریپر نے جو فوٹو لیا تھا اس میں اس حصہ میں تین چوڑی پٹیاں نظر آئی تھیں۔ ۱۸۴۶ میں فوکول اور فیزو نے بھی ان کا مشاہدہ کیا تھا۔ ۱۸۸۰ میں کپتان ڈبلیو ڈی ڈبلیو ایبنے[1] (۱۸۴۳ء۔ ۱۹۲۰ء) زیر سرخ منشوری طیف کا نقشہ بذریعہ فوٹو تیار کیا تھا۔ ارضی مبداؤں سے غیر مرئی زیر سرخ اشعاعوں کا مطالعہ بھی لانگلے نے کیا تھا نیوٹن کے زمانے میں جن موجی طولوں کا علم تھا ان سے ۲۰ گنا زیادہ تو لانگلے نے راست پیمائش کرلئے تھے اور اسے یقین تھا کہ آگے اور بھی طول ہیں

ایچ روبنس[2] (۱۸۶۵ء۔ ۱۹۲۲ء) اور نکالس نے کروکس کے اشعاع پیما کی ایک ترمیم شدہ صورت استعمال کی۔ انھوں نے زرکونیہ[3] کی شعاعوں کا مطالعہ کیا۔ غرضکہ تقریبًا ہر طول موج کے اشعاع کا قطعی طور پر علم ہوگیا

طیف کے بالا بنفشی حصے میں شعاعوں کا مطالعہ بیو نے کیا۔ اس نے معلوم کیا کہ شیشہ، گارتیھر، اور لاہوری نمک میں ان شعاعوں کے لئے جو انجذابی طاقت ہے اس کو مرئی شعاعوں کے لئے انجذابی طاقت سے کوئی تعلق نہیں۔ بکرل نے بتلایا کہ گارتیھر ان شعاعوں کے لئے شفاف ہیں۔ اس حصہ کا مطالعہ آفتابی اور مصنوعی اشعاع دونوں کے لئے کیا گیا۔ بے قاعدہ انتشار[4] کا پتہ ۱۸۴۰ میں ٹالباٹ نے چلایا تھا کہ بعض منشور کم طول موج والے اشعاع کو اتنا منحرف نہیں کرتے جتنا بڑے طول والے اشعاع کو، اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ طیف آمیختہ ہوجاتا ہے۔ ۱۸۶۲ء میں یہ مشاہدہ کیا گیا کہ آیوڈین کا بخار مرئی طیف کے وسطی حصہ کو جذب کرلیتا ہے اور دوسرے حصوں کے مقابلے میں سرخ کو منعطف کرتا ہے اتنا نیلے کو نہیں کرتا۔ ۱۸۷۰ء میں سی کرسچین سن[5]

---

[1] W. D. W. Abney [2] H. Rubens [3] Zirconia

[4] Anomalous Dispersion [5] C. Christianson

(۱۸۴۳ء - ۱۹۱۷ء) نے مشاہدہ کیا کہ شیشے کا منشور کھوکھلا ہے اور اس میں فکسائن کا محلول بھر دیا جائے تو اس سے رنگوں کی ترتیب بنفشی سرخ زرد حاصل ہوتی ہے نہ کہ سرخ زرد بنفشی اگست کنٹ (۱۸۳۹ء - ۱۸۹۴ء) وانسبرگ میں پروفیسر تھا۔ ۱۸۸۸ء کے بعد برلن میں پروفیسر ہو گیا۔ اس نے دوسری اشیاء میں بھی اسی قسم کے مشاہدات کئے اور اشیاء کو مائعوں تک محدود نہیں رکھا۔ ۱۸۸۰ء میں اس نے سوڈیم کے بخار میں اتفاقاً بے قاعدہ انتشار کو دریافت کر لیا۔ بعض دھاتوں کی پتلی فلموں سے جو انتشار پیدا ہوتا ہے اس میں کنٹ نے عجیب بات دیکھی۔ سونے چاندی اور تانبے کی صورت میں جب شعاع ہوا میں سے ان کی فلموں میں گزری تو شعاع عماد سے دور منحرف ہوئی اس کا مطلب دوسرے الفاظ میں یہ ہے کہ انعطاف نما (۱) سے کم رہا سونے اور تانبے میں سرخ شعاع نیلی شعاع کے مقابلے میں عماد سے زیادہ دور منحرف ہوئی، پلاٹینم، لوہا نکل بسمتھ کے لئے انعطاف نما (۱) سے زیادہ نکلا۔ اور ہر صورت میں سرخ کا انعطاف نما نیلے سے زیادہ رہا۔ ان تجربوں کے لئے ایسے دھاتی شفاف منشور تیار کرنے پڑے جن کا زاویہ بھی بہت چھوٹا ہو۔ یہ بڑا محنت طلب کام تھا چنانچہ اس پر ۲ برس صرف ہوئے کوئی ۲ ہزار منشور تیار ہوئے۔ ان میں سے چند منتخب کئے گئے۔ انتشار کے جدید نظریوں میں بے قاعدہ انتشار کو بہت اہمیت حاصل ہے

اثیر کے نظریے

انیسویں صدی میں اثیر کے وجود کو اتنا قطعی سمجھا جاتا تھا کہ شاید مادے کو بھی یہ قطعیت حاصل نہ تھی۔ لیکن سوال یہ پیدا ہوتا تھا کہ اثیر کے خواص کیا ہونے چاہییں کہ جملہ مظاہر کی توجیہہ ہو سکے اور اعتراض کا کوئی محل نہ رہے۔ تقطیب کا مظہر مشاہدے میں آیا تو فرنیل اور ینگ نے مجبور ہو کر یہ مفروضہ

August Kundt　Fuchsine

قائم کیا کہ روشنی کی موجیں عرضی موجیں ہیں۔ اس کے لئے ضرورت ہوئی کہ اثیر ایک لچکدار ٹھوس ہو۔ کیونکہ ہوا جیسی لچکدار شے میں طولی ارتعاش ہی پیدا ہو سکتے ہیں۔ اعتراض ہوا کہ اگر یہ اثیر ایک لچکدار ٹھوس ہے تو اس میں سیارے بلا رکاوٹ کیسے چل سکتے ہیں؟ ان کی گردش سست ہو جانی چاہیئے۔ فلکی مشاہدات پر صدیاں گزر گئیں لیکن کسی ایسے ابطاء کا پتہ نہیں چلا۔ کلون نے اثیر کو موچی کا موم قرار دیا کہ تیز ضرب پہنچاؤ تو ارتعاش کرنے لگے اور بھاری جسموں میں اپنے میں آہستہ آہستہ اترنے دے کر کلون گلاسگو میں لیکچر دیا کرتا تھا۔ وہاں اس نے یہ موم رکھ چھوڑا تھا۔ ایک زمانہ تک جو لوگ وہاں جاتے ان کو یہ موم دکھایا جاتا۔ اس میں سیسے کی گولیاں اوپر سے اور لکڑی کے مکعب نیچے سے اپنا راستہ بناتے دکھائے جاتے گویا زمین اثیر میں سے گزر رہی ہے

بریڈلے کی ضلالت[1] نور کی توجیہہ کے لئے فرینل نے یہ فرض کیا کہ فضا میں زمین کے ساتھ دوربین اس طرح حرکت کرتی ہے کہ اثیر اور اس کی موج حرکت میں خلل نہیں واقع نہیں ہوتا۔ اسی طرح کثیف تر واسطے میں روشنی کی رفتار کے کم ہو جانے کی توجیہہ کے لئے فرینل نے یہ فرض کیا کہ اثیر آزاد فضاء اور غیر شفاف اجسام میں ساکن ہوتا ہے اور متحرک شفاف جسموں کے اندر اس میں ایک رفتار پیدا ہو جاتی ہے۔ لیکن اگر تاریک جسم اثیر میں سے گزرتے وقت اس کو حرکت میں نہیں لاتے تو نوری موج کرئے یہ کیونکر ممکن ہے کہ سالمی حرکت یعنی حرارت کو پیدا کر سکے اور پھر سالمی حرکت اثیر میں ارتعاش کیونکر پیدا کر سکتی ہے؟

یہ سوال اس صدی کے شروع میں پیدا ہو چکا تھا کہ اثیر کی اضافت سے زمین

---

[1] ABERRATION

کی رفتار کیا ہے؟ اراگو نے ۱۸۱۰ء میں اس کے جواب دینے کی کوشش کی۔ چونکہ انعطاف نما واقع اور منعطف روشنیوں کی رفتاروں کی نسبت کا نام ہے اس لئے اراگو نے خیال کیا کہ اگر ایک منشور ایثر میں سے ہوکر کسی مبدء نور کی طرف چلے تو منشور کی اضافت سے واقع روشنی کی رفتار بڑھ جائے گی اور منشور کے اندر رفتار میں کوئی تبدیلی نہ ہوگی۔ اراگو نے ستاروں کی روشنیوں کو مختلف سمتوں سے دیکھا اس طرح کہ کسی ستارے سے زمین دور ہو رہی تھی تو کسی سے نزدیک۔ لیکن اس کو انعطاف نما میں کسی تبدیلی کے معلوم کرنے میں کامیابی نہیں ہوئی۔

۱۸۴۵ء میں کیمبرج کے جارج اسٹوکس (۱۸۱۹ء-۱۹۰۳ء) نے مفروضہ میں ایک ترمیم یہ کی کہ زمین سے ملحق ایثر زمین ہی کے ساتھ چلتا ہے۔ کچھ بلندی پر زمین اسے تھوڑا سا گھسیٹتی ہے۔ زیادہ بلندیوں پر وہ بالکل ساکن ہے۔ اس کو یوں کہا گیا کہ اسٹوکس نے متلاطم ایثر پیدا کر دیا۔ لیکن پھر بھی بریڈلے کی ضلالت نور کی توجیہ اچھی طرح نہ ہو سکی۔ بہرحال اہلِ طبیعیات ترجیح ایسے آزاد ایثر ہی کو دیتے تھے جس کو متحرک اجسام گھسیٹ نہ لے جائیں۔

۱۸۸۱ء میں البرٹ ابراہام مائکلسن نے راست تجربہ کر کے اس بات کا فیصلہ کرنا چاہا کہ ایثر ساکن ہے یا نہیں۔

مائکلسن ۱۹؍دسمبر ۱۸۵۲ء کو اسٹرانو واقع جرمنی میں پیدا ہوا۔ امریکہ کی بحری اکادمی میں اس کی تعلیم ہوئی۔ وہاں سے وہ جرمنی اور فرانس چلا گیا۔ ۱۸۸۰ء تا ۱۸۸۲ء کا زمانہ اس سیاحت میں گزرا۔ ۱۸۸۳ء میں کلولینڈ میں وہ طبیعیات کا پروفیسر مقرر ہو گیا۔ ۱۸۸۹ء میں وہ جامعہ کلارک میں پروفیسر ہو گیا اور ۱۸۹۲ء میں جامعہ شکاگو میں۔ کلیولینڈ میں

ALBERT ABRAHAM MICHELSON ؎ GEORGE STOKES ؎ CLEVELAND ؎ STRELNO ؎

پروفیسری کے زمانے میں اس نے تداخل پیما ایجاد کیا جو آج تک اس کے نام سے موسوم ہے ۱۸۸۱ء میں تجربے کے وقت وہ جرمنی میں تھا۔ تجربہ برلن کے ادارۂ طبیعیات میں انجام دیا گیا۔ ایتھر میں حرکت کا پتہ نہ چلا۔ تجربہ تسلی بخش نہ ثابت ہوا۔ ریاضی استدلال بھی اصلاح کا طالب تھا۔ لوگوں نے زیادہ دلچسپی نہ لی۔ لیکن انگلستان کے جان ولیم اسٹرٹ ریلے معروف بہ لارڈ ریلے (متولد ۱۲؍نومبر ۱۸۴۲ء، متوفی ۳۰؍جون ۱۹۱۹ء) نے دلچسپی لی اور مائیکلسن کو ایک خط لکھا جس میں تجربہ جاری رکھنے کی خواہش کی گئی تھی ۶؍مارچ ۱۸۸۷ء کو مائیکلسن نے کلولینڈ سے جواب دیا کہ "میں اپنے برلن والے تجربے سے مطمئن نہیں ہوں ...... میں نے اہل سائنس کو اس طرف متوجہ کرنے کی کوشش کی لیکن کامیابی نہیں ہوئی۔ میں نے جو تصحیحیں نہیں شائع کیں تو اس کا سبب یہ تھا۔ گو مجھے اس اقرار میں شرم محسوس ہوتی ہے کہ میرے کام پر جو عدم توجہی برتی گئی اس نے مجھے بددل کر دیا۔ اس لئے میں نے اسے اشاعت کے قابل نہ سمجھا۔ لیکن آپ کے خط نے میرے جوش میں خروش پیدا کر دیا ہے۔ اس لئے میں نے فوراً کام شروع کرنے کا تہیہ کر لیا ہے۔"

ایڈورڈ ولیمس مارلے (۱۸۳۸ء-۱۹۲۳ء) ویسٹرن ریزرو یونیورسٹی میں کیمیا کے پروفیسر تھے۔ ۱۸۸۷ء میں انھوں نے مائیکلسن کے ساتھ مل کر ایک تجربہ انجام دیا۔ جو مائیکلسن مارلے تجربے کے نام سے آج تک موسوم ہے۔ یہ تجربہ ریاست اوہیو واقع امریکہ کے شہر کلیولینڈ کے اطلاقی سائنس کے مدرسہ میں انجام دیا گیا تھا۔ اس میں یہ معلوم کرنے کی کوشش کی گئی تھی کہ ایتھر میں کوئی رفتار ہے یا نہیں۔ اس وقت اس کی توجیہہ یوں ہی

JOHN WILLIAM STRUTT ^ا^ INTERFEROMETER ^ا^

WESTERN RESERVE UNIVERSITY ^ا^ E. W. MORLEY ^ا^ RALEIGH

کی گئی تھی کہ زمین اثیر کو اپنے ساتھ گھسیٹ لے جاتی ہے۔ اس تجربے سے اہل طبیعیات میں ایک طوفان برپا ہو گیا۔ چنانچہ ۱۸۹۶ء میں گلیزبروک کو کہنا پڑا کہ "ہمیں ایک نیوٹن ثانی کا انتظار ہے جو اثیر کا ایسا نظریہ پیش کرے جو برق، مقناطیسیت منور اشعاع اور عجب نہیں کہ تجاذب پر حاوی ہو۔" ۱۹۰۰ میں کلون نے کہا کہ "نور اور حرارت کو طرز حرکت قرار دینے والے نظریے کے مطلع پر دو بادل چھا گئے ہیں جنھوں نے اس کی خوبصورتی اور وضاحت کو دھندلا کر دیا ہے۔" ایک بادل اسی مائکلسن مارلے تجربے کی عدم توجہی تھی

بارھواں باب

طبیعیات انیسویں صدی میں (آخری)

مقناطیس و برق

برقیاشیدگی کی ابتدا نظری و عملی دونوں کے اعتبار سے برق میں ترقی ایسی گریز پا ہوئی کہ انیسویں صدی کو "عہد برق" کہا جاتا ہے۔

ہم بیان کر چکے ہیں کہ گلوانی نے برق متحرک کا انکشاف کیا تھا۔ اور وولٹا نے ۱۸۰۰ء میں وولٹائی انبار بنایا تھا۔ اس سے فائدہ اٹھا کر کارلائل اور نکلسن نے کم دباؤ پر رو گزار کر پانی کی تحلیل کر ڈالی۔ اس کارنامے نے ہیجان عظیم پیدا کر دیا۔ چنانچہ ستمبر ۱۸۰۰ء میں سائلیشیا کے یوحنا ولیلم رٹر[1] (۱۷۷۶ء ۱۸۱۰ء) نے اعلان کیا کہ پانی کی برقی تحلیل سے دو گیسیں پیدا ہوتی ہیں جن کو علیحدہ علیحدہ جمع کرنے میں کامیابی حاصل ہو گئی ہے۔ نیز نیلے تھوتھے سے تانبا علیحدہ کیا جا سکتا ہے۔

سر ہمفرے ڈیوی نے ثابت کیا کہ پانی کی تحلیل سے ہائڈروجن کا جو حجم

---

[1] Johann Wilhelm Ritter ضے Electrolysis

حاصل ہوتا ہے وہ آکسیجن کے حجم سے دگنا ہوتا ہے۔ اس کے زبردست انکشافوں میں برق کے ذریعہ پوٹاش اور سوڈا کی تحلیل تھی چنانچہ ۱۸۰۷ء میں عناصر سوڈیم اور پوٹاشیم کی دریافت عمل میں آئی۔ پھر برق کی مدد سے کیمیا نے جلد جلد ترقی کی۔

برق کے ذریعہ پانی کی تحلیل برقپاشیدگی[1] کہلاتی ہے۔ یہ صرف پانی تک محدود نہیں ہے بلکہ اور بہت سی چیزوں کی تحلیل بھی اسی طرح کی جا سکتی ہے سوال یہ پیدا ہوا کہ یہ تحلیل کس طرح عمل میں آتی ہے۔ اس کی توجیہ کے لئے کئی نظریے قائم کئے گئے۔ لیکن صرف ایک نظریہ ایسا تھا جو عرصہ تک قائم رہا اس نظریہ کو جے، ڈی، فان گروتھس[2] (۱۷۸۵ء-۱۸۲۲ء) نے پیش کیا تھا۔ بچپنے میں اس کو کیمیا کے مطالعہ کی ممانعت تھی۔ لیکن بعد میں گروتھس نے لائپزش (جرمنی)، پیرس (فرانس)، اور نیپلس (اٹلی) میں سائنس کی تعلیم حاصل کی۔ ۱۸۰۸ء میں پروشیا میں وہ اپنی جاگیر میں رہتا تھا اور اوقات فرصت میں کیمیا کی تحقیق کیا کرتا تھا۔ اپنی آخری عمر میں وہ کچھ ایسے امراض میں مبتلا رہا کہ بالآخر اس نے خودکشی کر لی۔

اس کی شہرت کا سبب وہ مقالہ ہے جو اس نے ۱۸۰۵ء میں روما سے شائع کیا تھا جبکہ عمر اس کی صرف ۲۰ سال کی تھی۔ پانی چونکہ آکسیجن اور ہائڈروجن سے مل کر بنتا ہے اس لئے وہ کہتا ہے کہ برقی رو گزرنے پر آکسیجن اور ہائڈروجن الگ الگ ہو جاتی ہیں۔ آکسیجن کو اس نے منفی قرار دیا اور ہائڈروجن کو مثبت۔ لہذا آکسیجن کے ذرے رو کے مثبت سرے کی طرف رخ کرتے

---

[2] J. D. Von Grothuss　[1] Electrolysis

ہیں اور ہائڈروجن کے ذرے منفی سرے کی طرف۔ لیکن یہ ذرے جب
سروں پر پہنچ چکتے ہیں تو مل جانے کی صلاحیت ان میں پھر پیدا ہو جاتی ہے
اس طرح برقی رو کے زیر اثر آکسیجن اور ہائڈروجن کے ذرے باری باری سے
جدا ہوتے اور ملتے رہتے ہیں۔ لیکن کام کے عمل میں آئے بغیر یہ جدائی اور یہ میل
جاری نہیں رہ سکتا۔ اس کے جواب میں گروتھس نے یہ فرض کیا کہ آکسیجن اور
ہائڈروجن کی جدائی پر دونوں کی برق میں بھی تقسیم واقع ہوئی ہے جس سے
ایک منفی ہو جاتی ہے تو دوسری مثبت۔ اس پر اختلاف رائے پیدا ہوا
برلن کے ہائنرش گستاو ماگنوس (۱۸۰۲ء۔ ۱۸۷۰ء) سوئیڈن کے کیمیاداں
یعقوب ہرزیلیس (۱۷۷۹ء۔ ۱۸۴۸ء) اور جنیوا کے آرتھر ڈی لاریو (۱۸۰۱ء۔
۱۸۷۳ء) نے ترمیمیں پیش کیں۔ پھر فیراڈے اور منسٹر کے پروفیسر طبیعیات
یوحنا ولہلم ہٹارف (۱۸۲۴ء۔ ۱۹۱۴ء) نے اصلاحیں کیں۔ لیکن سب سے
بڑی ترمیم ۱۸۵۷ء میں کلاوسیس نے پیش کی۔ اس نے یوں استدلال کیا کہ
رو کو چلانے والا محرکۂ برق پہلے سالموں کو تقسیم کرتا ہے جس سے برقی بار لئے ہوئے
ذرے یعنی رواں پیدا ہو جاتے ہیں۔ مثبت رواں منفی سرے کی طرف
رخ کرتے ہیں اور منفی رواں مثبت سرے کی طرف۔ یہ رواں پہلے سالمے
میں ملے ہوئے تھے لیکن یہی معرکۂ برق ان روانوں کو کھینچ کر الگ کر دیتا ہے
لیکن ان روانوں کو جدا کرنے کے لئے ایک معین قوت کی ضرورت ہے۔ اگر

JACOB BERZELIUS کے HEINRICH GUSTAV MAGNUS کے
JOHANN کے MUNSTER کے ARTHER DE LA RIVE کے
IONS کے ELECTROMOTIVE FORCE کے WILHELM HITORF

معرکہ برق اس قوت سے کم ہے تو جدائی واقع نہ ہوگی۔ لیکن اگر اس میں زیادتی واقع ہو تو بہت سے سلسلے ایکدم ٹوٹ جائیں گے۔ لیکن یہ خلاف واقعہ ہے۔ تجربے سے معلوم ہوتا ہے کہ کمزور ترین معرکہ برق بھی تحلیل پیدا کر دیتا ہے اور یہ عمل رد کی حدت کے تناسب ہوتا ہے۔ اس اعتراض کو رفع کرنے کے لئے کلاوسیس نے یہ فرض کیا کہ رواں مستقل طور سے ایک دوسرے سے ملے ہوئے نہیں رہتے۔ بلکہ وہ مائع کے اندر ایسی حالت میں رہتے ہیں کہ گویا اپنے شریک تلاش کر رہے ہیں۔ ان ہی پر معرکہ برق عمل کرتا ہے اور چونکہ بعض رواں آزاد رہتے ہیں اس لئے کمزور ترین رد کو بھی عمل کا موقع مل جاتا ہے۔ اس طرح کلاوسیس نے برق پاشیدگی کی توجیہ میں افتراق کے مفہوم سے کام لیا۔ اس میں کوئنکے نے ترمیم کی تاکہ روانوں کی نقل و حرکت صحیح ہو سکے۔ جرمن طبیعیات داں فریڈرش کولراؤش (۱۸۴۰ء۔ ۱۹۰۹ء) نے اس سے برق پاشیدگی موصلیت کی توجیہ میں کام لیا۔ بایں ہمہ ۱۸۸۷ء تک افتراقی نظریہ کچھ زیادہ مقبول نہ ہوا۔ اس وقت اسٹاکہالم کے سوانت اوگسٹ آرہینیس نے اس کی تائید میں نئے دلائل پیش کئے ان دلائل کا انحصار ولندیزی کیمیا داں یعقوب ہندرایکس وانت ہاف (۱۸۵۲ء ۱۹۱۱ء) کے نظریہ محلولات پر تھا۔ اس نظریے کی رو سے محلولوں میں حل شدہ اشیا میں جزئی افتراق واقع ہو جاتا ہے۔ اسی کے ساتھ دلوجی دباؤ بھی وابستہ ہے۔ یہ معلوم تھا کہ نباتی خلیوں میں جب پانی گزرتا ہے۔

STOCKHOLM — FREDRICH KOHLRAUSCH — DISSOCIATION — JACOB HANDRICHS VANT HOFF — SVANTE AUGUST — OSMATIC PRESSURE

یعنی اس کا ولوٹج ہوتا ہے تو ایک دباؤ پیدا ہو جاتا ہے جس کو ولوجی دباؤ کہتے ہیں۔ ایک ماہر نباتیات نے اس دباؤ کی پیمائش بھی کر ڈالی تھی۔

اس کے لئے مسامدار برتنوں کی دیواروں پر کیمیاوی طریقے پر جھلیاں پیدا کی تھیں۔ وانت ہاف نے تبلایا کہ ان پیمائشوں سے پتہ چلتا ہے کہ ولوجی دباؤ مثل گیسی دباؤ کے ہوتا ہے۔ چنانچہ وہ حجم کے بالعکس متناسب ہوتا ہے اور تپش مطلق کے ساتھ بڑھتا ہے۔ ولوجی خلیہ کو وانت ہاف نے ایک انجن تصور کیا۔ اس لئے اس پر حر حرکیات کے اصولوں کا اطلاق کیا۔ جس سے تحقیق کا ایک نیا میدان ہاتھ آیا۔ اس نے ولوجی دباؤ کو محلول کی دیگر طبیعی خاصیتوں سے وابستہ کر دیا۔ مثلاً تبخاری دباؤ یا نقطہ انجماد وغیرہ۔ چنانچہ نقطہ انجماد کی مدد سے ولوجی دباؤ معلوم کیا جا سکتا ہے۔

رہی ولوجی دباؤ کی نوعیت تو ہو سکتا ہے کہ وہ گیس دباؤ کی طرح تصادم کا نتیجہ ہو یا پھر وہ محلل اور منحل کے درمیان کیمیاوی الفت یا کیمیاوی امتزاج کا نتیجہ ہو۔ اس کی نوعیت کچھ بھی ہو اگر اس کا وجود ہے تو اسے حر حرکیاتی اصولوں کا پابند ہونا چاہئے۔ اس طرح وانت ہاف نے ثابت کیا کہ ہلکائے محلولوں میں ولوجی دباؤ گیسی کلیوں کے تابع ہونا چاہئے۔

آرہینیس نے ثابت کیا کہ ولوجی دباؤ کا تعلق محلول کے برقی خواص سے بھی ہے۔ چنانچہ برق پاشیدوں میں یہ دباؤ بہت زیادہ ہوتا ہے۔ دباؤ کی اس زیادتی کا تعلق نہ صرف برق پاشیدگی موصلیت سے ہے بلکہ کیمیاوی عاملیت

Affinity ے Solute ے Solvent ے Osmosis ے
Electrolytes ے Combination ے
Activity ے

سے بھی ہے۔ پس اس نے یہ نتیجہ نکالا کہ اس سے روانوں کے افتراق کا پتہ چلتا ہے۔ مثلاً فرض کرو کہ پوٹاشیم کلورائڈ کا محلول ہے۔ پوٹاشیم کی علامت K ہے اور کلورین کی Cl۔ پس پوٹاشیم کلورائڈ کو KCl لکھا ہو جائے گا۔ اب محلول میں برقی طور پر تعدیلی KCl سالمے بھی ہوں گے۔ نیز مثبت برقی بار والے K روان اور منفی بار والے Cl روان بھی ہوں گے۔ ان ہی روانوں کی وجہ سے محلول میں برقپاشیدگی موصلیت اور کیمیاوی عاملیت پیدا ہوتی ہے۔ جتنا زیادہ محلول کو ہلکایا جائے گا اتنا ہی زیادہ نمک افتراق پائے گا۔ یہاں تک کہ جب ہلکاؤ بہت ہی بڑھ جائے گا تو مائع میں صرف K روان اور Cl روان رہ جائیں گے۔ اسی کو برقی افتراق یا روان سازی کہتے ہیں۔

اس صدی کے شروع میں بہت سے سائنس داں ایسے تھے۔ جو طبیعیات اور کیمیا دونوں کے ماہر تھے۔ ان کی تحقیقات سے دونوں شاخوں کو فائدہ پہنچا۔ لیکن ۱۸۳۵ء میں یہ جامعیت جاتی رہی۔ اب اہل سائنس یا تو ماہر طبیعیات تھے یا ماہر کیمیا۔ کوئی پچاس برس یہ دور جاری رہا۔ ۱۸۸۵ء میں پھر جامعیت کی طرف رجحان پیدا ہوا۔ چنانچہ اوپر کی تحقیقات نے طبیعی کیمیا کی عظیم الشان عمارت کھڑی کر دی۔ یہ مکتب خیال "مکتب لائپزش" کے نام سے موسوم ہے۔ اس میں آرہینیس وانت ہاف اسٹوالڈ، نرنسٹ کے نام نمایاں ہیں۔

وولٹائی خانہ | تقریباً ایک صدی سے یہ مسئلہ زیر بحث تھا کہ وولٹائی

OSTWALD IONISATION NEUTRAL
NERNST

خانے میں محرکہ برق کا مبدء یا محل کہاں ہے۔ خود وولٹا نے جو تماسی نظریہ پیش کیا تھا۔ اس کو قبول عام حاصل نہیں ہوا۔ اسی نظریے کی رو سے مختلف دھاتوں کے تماس سے وولٹائی انبار میں رو پیدا ہوتی تھی۔ فلارنس واقع اطالیہ کے گیووانی ماتیا فابرونی (۱۷۵۲ء۔ ۱۸۲۲ء) نے اس کی مخالفت کی۔ انگلستان میں وولسٹن اور جرمنی میں رٹر بھی اس کے مخالف تھے۔ ان کا یہ کہنا تھا کہ وولٹائی برق کا سبب کیمیائی عمل ہے۔ پیرس کے اے سی بیکرل اور جنیوا کے دی لاریو نے بھی اسی کی تائید کی۔ سب سے زیادہ فریڈے نے اس خیال کی حمایت کی۔ اس نے ۱۸۳۴ء اور ۱۸۴۰ء کے درمیان تجربے کر کے تماسی نظریے کا غلط ہونا ثابت کیا۔ لیکن تماسی نظریے کو جرمنی میں بہت تائید حاصل ہوئی۔ لیکن جب استمرار توانائی کا مسئلہ رائج ہو گیا تو اس میں کچھ ترمیم کرنا پڑی۔ اتنا تو واضح ہو گیا کہ وولٹائی خانے میں توانائی کا استحالہ واقع ہوتا ہے اس پر بھی یہ فیصلہ نہ ہو سکا کہ دھاتی تماس کے نقطے محرکہ برق کے محل ہیں یا نہیں اس مسئلے کو والٹر نرنسٹ[۱] ایک جرمن کیمیاداں نے صاف کیا۔ اس نے بتلایا کہ تماسی نقطے کیمیائی عمل کے بھی محل ہیں۔ اس لئے دھاتوں اور برق پاشیدوں کی درمیانی سطحیں محرکہ برق کا محل ہوتی ہیں۔ اس نظریے کی بنیاد وانٹ ہاف کے نظریۂ وموج اور آرہینیس کے نظریۂ افتراق پر ہے۔

وولٹا نے جو انبار تیار کیا تھا وہی کچھ ترمیم کے ساتھ عرصہ تک برقی رو کا واحد ذریعہ تھا۔ ان میں خرابی یہ تھی کہ تقطیب کی وجہ سے رو بہت جلد کمزور پڑ جاتی تھی۔ ۱۸۳۰ء میں اسٹرجن[۲] نے جست پر تلغیم[۳] کا عمل کیا یعنی اس پر پارا

WALTER NERNST [۱] GIOVANI MATTIA FABBRONI [۲]

AMALGAMATION [۳] STURGEON [۲]

چڑھا دیا۔ اس سے رو بہتر ہو گئی۔ تلاش ایسے خانے کی تھی جس سے مستقل رو حاصل ہو۔ چنانچہ لندن کے کنگس کالج کے پروفیسر کیمیا جان[1] فریڈرک دانیال (۱۷۹۰ء۔ ۱۸۴۵ء) نے اس میں کامیابی حاصل کی چنانچہ یہ خانہ آج تک دانیالی خانہ کہلاتا ہے۔ اس خانے میں اس نے نیلے تھوتھے کا مرتکز محلول اور ہلکا یا سلفیورک ترشہ استعمال کیا۔ دونوں کو جدا کرنے کے لئے بیل کی جھلی استعمال کی۔ لیکن جے۔ پی۔[2] گاسیوٹ (۱۷۹۷ء۔ ۱۸۷۷ء) نے اس میں یہ ترمیم کی کہ بجائے جھلی کے مٹی کا ایک مسامدار برتن استعمال کیا۔ آج تک یہی برتن اس غرض کے لئے استعمال ہوتے آرہے ہیں۔

۱۸۳۹ء میں سر[3] ولیم رابرٹ گروو (۱۸۱۱ء۔ ۱۸۹۶ء) نے ایک خانہ ایجاد کیا جو گرووی خانہ کہلاتا ہے۔ اس میں اس نے پلاٹینم کا پترا استعمال کیا لیکن اس کی قیمت کی زیادتی کی وجہ سے یہ خانہ زیادہ مقبول نہ ہوا۔ ۱۸۴۱ء میں نبسن نے پلاٹینم کی بجائے کاربن استعمال کرکے اعتراض کو رفع کر دیا۔ اسی طرح بنسنی خانہ وجود میں آیا۔ الفرڈ اسمی[4] (۱۸۱۸ء۔ ۱۸۷۷ء) نے اسی زمانے میں ایک خانہ ایجاد کیا جس میں تقطیب کو روکنے کے لئے پتر کی سطح کھردری کر دی۔ لیکن اس خانے کا چلن زیادہ نہ ہوا۔ ۱۸۶۷ء میں پیرس کے ایک کیمیا داں جارجس لنکلانشے (۱۸۳۹ء۔ ۱۸۸۲ء) نے مشہور و معروف لنکلانشی خانہ ایجاد کیا۔ اس میں رو ایسی مستقل نہیں رہتی لیکن تھوڑی تھوڑی دیر اگر اس سے کام لیا جائے تو یہ خانہ عرصہ تک کام دیتا ہے۔ چنانچہ آج بھی گھنٹیاں بجانے کے لئے اس کو

Sir [3]　J. P. Gassiot [2]　John Fredric Danial [1]

Alfred Smee [4]　William Robert Grove

استعمال کرتے ہیں ان خانوں کے ایجاد ہونے پر بھی ایسے خانے کی تلاش رہی جس کا محرکہ برق بالکل مستقل رہے چنانچہ ۱۸۷۳ء میں لٹیمر کلارک[ل] نے ایک ایسا خانہ ایجاد کیا اسی کو محرکہ برق کا بین الاقوامی معیار قرار دیا گیا۔

ذخیرہ خانے یا مورچے:- ۱۸۰۳ء میں رٹر نے سب سے پہلے ثانوی خانہ یا ذخیرہ خانے کا بیان شائع کیا اس نے تبلایا کہ پلاٹینم کے دو تار جب پانی میں ڈالے جاتے ہیں اور ان میں ایک رو گزاری جاتی ہے تو ایک تار پر ہائڈروجن نمودار ہوتی ہے اور دوسرے تار پر آکسیجن۔ اس کے بعد اگر تار خانے سے جدا کر کے دونوں کے درمیان ایک موصل ملا دیا جائے تو تار خانے کے تیروں کی طرح عمل کرتے ہیں اور اس نئے دور میں ایک رو تھوڑی دیر کے لئے گزر جاتی ہے اس کی سمت سابق رو کے خلاف ہوتی ہے۔ ۱۸۴۳ء میں گرو نے بھی اس پر توجہ کی۔ لیکن ۱۸۵۹ء میں بکرل کے ایک شاگرد گاستوں[مع] پلانتے (۱۸۳۴ء-۱۸۸۹ء) نے برقی توانائی کے ذخیرہ کرنے کے اس طریقے کا اچھی طرح مطالعہ کیا۔ چنانچہ اس نے ایک خانہ ایجاد کیا جس میں سیسے کے دو تیرے استعمال کئے جو ہلکائے سلفیورک ترشے میں ڈوبتے تھے۔ سیسے کی تیروں کی تکوین[سے] کرنا پڑتی تھی۔ اس کا طریقہ یہ تھا کہ اس خانے میں سے ایک رو گزاری جاتی اور پھر اس کی سمت کئی بار بدلی جاتی اس سے مثبت تیر پر سیسے کی ڈائی آکسائڈ کی ایک نیم تہ چڑھ جاتی اور منفی تیر پر اسفنجی دھاتی سطح پیدا ہو جاتی اس خانے میں جتنا محرکہ برق پیدا ہوتا تھا وہ تمام سابقہ خانوں کے محرکہ برق سے زیادہ تھا۔ لیکن اس عمل "تکوین" کی بدولت اسے بڑے تجارتی پیمانے پر کام میں نہ لایا جا سکتا تھا۔ اس لئے اس پر بہت کم توجہ کی گئی۔ لیکن ۱۸۸۱ء میں کامل[مص] آے فاروے (۱۸۴۰ء-۱۸۹۸ء) نے یہ اصلاح کی کہ سیسے کی تختیوں پر سیندور

ل Latimer Clark مع Gaston Planté سے Forming
مص Camille A. Faure

چڑھادیا۔ اس سے تکوین کی ضرورت باقی نہ رہی اور خانے کی گنجائش بھی بڑھ گئی چنانچہ اس سال پیرس سے لندن سے چار ایسے خانے بھیجے گئے ان کا وزن ۵۰ پونڈ تھا لیکن کہا گیا کہ توانائی کی ۱۰لاکھ اکائیاں موجود ہیں۔ کوئلے کے چند اونسوں کی توانائی سے یہ توانائی زیادہ نہ تھی۔ لیکن امید بندھ گئی۔ اس لئے موجدوں نے غیر معمولی انہاک سے کام لے کر اس میں اصلاح کی۔ چنانچہ تجارتی پیمانے ذخیرہ خانے یا جامع خانے یا ثانوی خانے تیار کئے جانے لگے۔ چنانچہ موٹروں میں جو ہم بیٹری یا مورچہ استعمال کرتے ہیں وہ بھی خانہ ہوتا ہے۔ ریڈیو میں بھی اس کا استعمال بکثرت ہوتا ہے۔

برقی مقناطیسیت

بہ حیثیت سائنس کے برقی مقناطیس کا آغاز ۱۸۱۹ء سے سمجھا جاتا ہے۔ اس کا بانی ارسٹڈ کو خیال کیا جاتا ہے پورا نام ہانس کرسچین ارسٹڈ ہے۔ یہ بمقام رڈکیوبنگ ۱۷۷۷ء میں پیدا ہوا۔ اس کی تعلیم جامعہ کوپن ہیگن میں ہوئی۔ بالآخر وہ وہیں پروفیسر مقرر ہو گیا۔ لاطینی کیمیا اور برق پر اس نے بہت سی کتابیں تصنیف کیں۔ لیکن سب سے زیادہ شہرت اسی دریافت کو ہے جس نے برقی مقناطیسیت کی بنیاد ڈال دی۔ ۱۸۵۱ء میں اس نے انتقال کیا۔

اس دریافت کا قصہ مناسب ہے کہ ناروے کے ماہر فلکیات کرسٹوفر ہانسٹین (۱۷۸۴ء-۱۸۷۳ء) کے ذریعہ سنا جائے اس نے ۱۸۵۷ء میں فیریڈے کو ایک خط لکھا جو حسب ذیل ہے:-

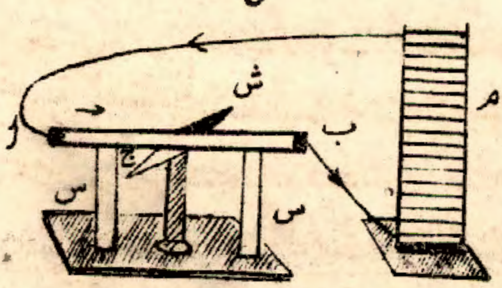
پچھلی صدی میں ایک عام خیال یہ قائم ہو گیا کہ برقی اور مقناطیسی قوتوں میں مطابقت بلکہ عینیت ہے۔ اب سوال صرف اتنا تھا کہ تجربے سے اس عینیت کو کس

Secondary Cell کے Accumulator کے Storage cell کے
Rudkiobing کے H.C. Oersted کے Battery کے Christopher Hansteen کے

طرح واضح کیا جائے"۔ ارسٹڈ نے اپنے گلوانی خانے کے تار کو ایک مقناطیسی سوئی کے علی القوائم رکھا۔ لیکن کوئی اثر محسوس نہ ہوا۔ ایک مرتبہ (۱۸۱۹ء میں) وہ لکچر دے رہے تھے۔ ختم لکچر کے قریب چونکہ دوسرے تجربوں میں ایک طاقتور مورچہ استعمال کر چکے تھے اس لئے انھوں نے کہا کہ چونکہ مورچہ اس وقت تیار ہے اس لئے اب آیئے تار کو سوئی کے متوازی رکھیں۔ ایسا کرنے پر ان کو اور ان کے ساتھیوں کو سخت حیرت ہوئی جب انھوں نے دیکھا کہ سوئی نے ایک بڑا انصراف کیا۔ اب انھوں نے کہا "آیئے رو کی سمت الٹ کر دیکھیں کیا ہوتا ہے"۔ اب سوئی مخالف سمت میں منصرف ہو گئی۔ اس طرح یہ دریافت ہوئی۔ اس کے متعلق بجا طور پر یہ کہا گیا ہے کہ ارسٹڈ حسن اتفاق سے اس انکشاف سے دوچار ہو گئے۔ لیکن بقول ریاضی داں لاگرانژ کے ایسے حسن اتفاق ان ہی کو پیش آتے ہیں جو اس کے مستحق ہوتے ہیں۔

پروفیسر ارسٹڈ میں اپج تھی لیکن جہاں تک تجربے کے عمل سے تعلق ہے وہ بالکل ناکام تھے۔ وہ آلات کی دست درزی پر قادر نہ تھے۔ ان کو ہمیشہ ایک مددگار کی ضرورت رہتی۔ اگر وہ نہ ملتا تو حاضرین میں سے کسی ایک کو منتخب کر لیتے۔ جو سبک دست ہوتا اور اس سے آلات کو ترتیب دلا دیتے۔ چنانچہ میں نے بھی ان کو اس طرح مدد دی ہے"۔

شکل ۲۔ ۷



حسب شکل ۲۔ ۷ ایک تار ا ب کو شیشے کے ایستادکر س س میں اس طرح لگایا جائے کہ سرا ب شمال کی طرف رہے۔ اسی ایستادے میں

ش ج ایک مقناطیسی سوئی بھی رہتی ہے۔سوئی ا ب کی سمت میں ہوگی۔شمالی سرا ش ب کی طرف ہوگا۔لیکن اگر ا ب کو ایک انبار مر کے سروں میں ملا دیا جائے تو پھر مقناطیس سوئی اس طرح منصرف ہوجائے گی کہ شمالی سرا مغرب کی طرف ہٹ جائے گا۔اگر رو کو زیادہ کیا جائے تو یہ انصراف اور بھی زیادہ ہوجائے گا۔یہاں تک کہ سوئی بجائے شمالاً جنوباً واقع ہوجا کے شرقاً غرباً آجائے گی

ارسٹڈ نے رو کے حامل تار اور مقناطیسی سوئی کے درمیان مختلف واسطے ڈالے اور بالآخر اس نتیجہ پر پہنچا کہ شیشہ، دھات، لکڑی، پانی، رانی مٹی کا برتن، اور پتھر سوئی پر رو کے عمل کو نہیں روکتے

اس تجربے کو ارسٹڈ نے ۱۸۲۰ء میں شائع کیا۔بہت جلد اس کی شہرت ہوگئی ہر جگہ اسے دہرایا جانے لگا۔چنانچہ اسی سال پیرس کے نامور ماہر فلکیات وطبیعیات دومینیک فرانسوا ژان آراگو (۱۷۸۶ء-۱۸۵۳ء) نے تجربہ کیا تو معلوم ہوا کہ رو لوہچوں کو کشش کرتی ہے۔پس اس نے کہا کہ رو کے حامل تار کو مقناطیس سمجھنا چاہیئے اگرچہ وہ لوہے کا نہ ہو ۱۸۲۳ء میں ڈیوی نے ثابت کیا کہ لوہچوں کی کشش نتیجہ اس کا ہے کہ تار کے گرد لوہچوں ایک خاص ترتیب میں ہوتا ہے۔لوہے کے ریزے مقناطیس بن جاتے ہیں۔ان کے مخالف قطب ایک دوسرے کو جذب کرتے ہیں۔اس طرح تار کے گرد ایک زنجیر بن جاتی ہے مقناؤ کی قوت تار کے علی القوائم مستوی میں عمل کرتی ہے۔بنا بریں امپیر نے تار کو مرغولہ کی شکل میں موڑدیا تاکہ سوئی پر اثر زیادہ سے زیادہ ہوسکے۔

آندری ماری آمپیر شہر لائیونس واقع فرانس میں ۲۲ جنوری ۱۷۷۵ء کو

ANDRI MARIE AMPERE ﷺ DOMINIQUE FRANCOIS JEAN ARAGO ﷺ LYONS ﷺ

پیدا ہوا۔ جب یہ شخص بچہ ہی تھا تو اسے ریاضی میں بڑا لطف حاصل ہوتا تھا۔ جب اس کی عمر تعلیم کے قابل ہوئی تو اس کے باپ نے اسے لاطینی زبان سکھانی شروع کی۔ مگر آمپیر کی توجہ ریاضی کی طرف زیادہ تھی اس لئے باپ نے بیٹے کو جبر و مقابلہ اور اقلیدس کی تعلیم میں لگا دیا۔

جب وہ ۱۲ سال کا ہوا تو اس نے ایک دن اپنے باپ سے کہا کہ چلو مجھے آئلر اور برنولی کی لکھی ہوئی ریاضی کی کتابیں لے دو۔ چنانچہ باپ اسے ایک مشہور ریاضی داں کے پاس لے گیا۔ بچے کی درخواست سن کر ریاضی داں بہت متحیر ہوا اور کہا کہ صاحبزادے وہ کتابیں لاطینی زبان میں ہیں۔ یہ سنکر آمپیر کو قدرے افسوس ہوا لیکن کہنے لگا کہ اچھا پہلے میں لاطینی زبان سیکھ لوں۔ چنانچہ اسی دن سے لاطینی سیکھنا شروع کر دی۔ چند ہی ماہ میں اس پر عبور حاصل کر لیا تو پھر کتابیں لینے ریاضی داں کے پاس پہنچا۔

آمپیر نے ۱۸ سال کے سن میں بہت سی کتابیں ریاضی کے متعلق پڑھ ڈالی تھیں۔ اس نے اپنے دماغ سے حد سے زیادہ کام لیا۔ ۱۷۹۳ء میں فرانس انقلاب واقع ہوا تو بہت سے ہنگامے ہوئے۔ ان ہی میں اس کا باپ مارا گیا۔ تو اس صدمے کو اس کا کمزور دماغ برداشت نہ کر سکا۔ چنانچہ وہ تقریباً ایک سال تک دیوانہ سا رہا۔ اس وقت نباتیات پر روسو کی کتاب اس کے مطالعہ میں آئی تو اس کے حواس ذرا درست ہوئے اور سائنس کی طرف اس کا شغف عود کر آیا۔ ۱۷۹۹ء میں اس نے شادی کی۔ اب اس کے مذہبی جذبات بہت قوی ہو گئے۔ اس کی گہری مذہبیت وسط عمر میں ذرا کمزور ہو گئی تھی۔ لیکن اخیر عمر میں پھر قوی ہو گئی تھی۔ لائیوں میں وہ طبیعیات اور کیمیا کا پروفیسر مقرر ہوا۔ اس کی بیوی کا انتقال ہوا تو اس کو بہت رنج ہوا اور وہ لائیوں سے بھاگ جانا چاہتا تھا۔ لیکن اب اس کی شہرت ترقی کر گئی

تھی۔ اس کو اعزازات سے بھی نوازا گیا تھا۔ بانیہمہ اس کا دماغی توازن کچھ درست نہ تھا۔ چنانچہ وہ بے چین سا رہنے لگا۔ مزاج میں تلون پیدا ہو گیا۔ اپنے بجائے دوسروں پر زیادہ بھروسہ کرنے لگا۔ ۱۸۰۵ء میں وہ پیرس کے پالٹیکنک اسکول میں پروفیسر مقرر ہو گیا۔ جہاں وہ ۲۰ سال تک تحقیق میں مصروف رہا۔ ۱۰ جنوری ۱۸۳۶ء کو مارسائی میں اس نے انتقال کیا

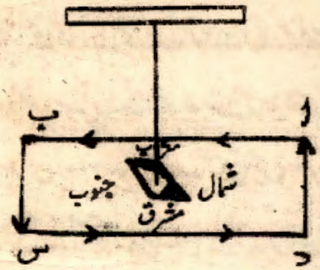
۱۸۰۵ء میں آمپیر نے ایک خط لکھا تھا جس میں دکھڑا رویا تھا۔ اس خط سے ذیل کا اقتباس بتلائے گا کہ امپیر کس قماش کا آدمی تھا۔ وہ لکھتا ہے کہ:۔

میری زندگی ایک دائرہ ہے۔ اس کی یکسانیت کو توڑنے والی کوئی چیز نہیں ہے... میری صرف ایک ہی تمنا ہے جو بہت کھوکھلی اور مصنوعی ہے اور جو شاذ و نادر پوری ہوتی ہے۔ وہ یہ کہ میں پیرس کے اہل سائنس سے الہیاتی مسائل پر گفتگو کروں۔ اہل ریاضی سے زیادہ یہ حضرات مجھ سے بہ مہربانی پیش آتے ہیں۔ لیکن میرا عہدہ مجھے مجبور کرتا ہے کہ اہل ریاضی کی خوشنودی حاصل کروں۔ یہ ایسا واقعہ ہے جو میرے لئے باعث تفریح نہیں کیونکہ ریاضی سے مجھے کوئی شغف باقی نہیں رہا۔ بانیہمہ جب سے یہاں آیا ہوں دو مقالے حساب شماری پر لکھ چکا ہوں جو پالٹیکنک اسکول کے رسالے میں شائع ہونے والے ہیں۔ صرف اتوار کے دن ہی اہل الہیات سے ملاقات نصیب ہوتی ہے

آمپیر نے ارسٹڈ کی دریافت کا بھی تجربہ کیا۔ اس سلسلے میں اس نے برقی مقناطیسیت کے بارے میں نئی دریافتیں بھی کیں۔ چنانچہ ارسٹڈ کی دریافت میں یہ اضافہ کیا کہ مقناطیسی سوئی کا جو سرا شمال کی طرف رہتا ہے وہ برقی رو کے زیر اثر مختلف جوانب میں پھر جاتا ہے

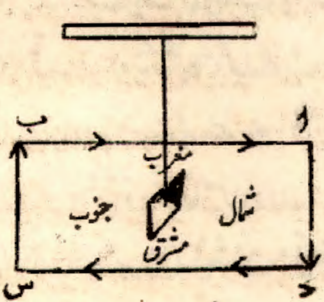
مثلاً اگر حسب شکل ۲۰۳ برقی رو ا سے ب کی طرف مقناطیسی سوئی کے اوپر

MARSEILLES ol.



شکل ۱۴۳

اور س سے د کی طرف اس کے نیچے گزرے تو شمالی سرا حسب شکل مشرق کی طرف پھر جاتا ہے۔ اسی طرح اگر رو کی سمت بدل دی جائے اور حسب شکل ۱۴۴، برقی رو ب سے ا کی طرف سوئی کے اوپر سا اور د سے س کی طرف سوئی کے نیچے گزرے تو شمالی سرا مغرب کی طرف پھر جاتا ہے۔ غرضیکہ برقی رو کے گزرنے پر شمالی سرے میں جو انصراف پیدا ہوتا ہے اس کے لئے امپیر نے ایک قاعدہ وضع کیا "جو امپیر کا قاعدہ" کہلاتا ہے جو حسب ذیل ہے:-



شکل ۱۴۴

"اگر ہم ایک مشاہد کو تار میں اس طرح تیرتا ہوا تصور کریں کہ رو اس کے پیروں میں سے داخل ہو کر سر سے خارج ہو اور اس کا رخ ہمیشہ سوئی کی طرف رہے تو سوئی کا شمالی سرا ہمیشہ اس کے بائیں ہاتھ کی طرف منصرف ہوگا۔"

اس کو اصطلاحاً یوں بھی بیان کیا جاسکتا ہے کہ جب رویں مقناطیس پر عمل کرتی ہیں تو شمالی سرا ہمیشہ رو کی بائیں جانب منصرف ہوتا ہے۔

امپیر نے تو یہ قاعدہ دریافت کیا تھا لیکن فیرڈے نے اس میں زیادہ وضاحت پیدا کی اور ایسے تجربے ایجاد کئے جس سے ثابت ہوا کہ رو اور مقناطیس ایک دوسری

کو گھیر لینے کی کوشش کرتے ہیں۔ آمپیر نے اس نتیجہ میں وسعت پیدا کی۔ زیبک برقی رو کو مقناطیسی عمل کا نتیجہ سمجھتا تھا۔ اس کے نزدیک مقناطیس کے ہر ذرے میں ایک استوائی رو ہوتی ہے جس سے مقناطیسی قطب پیدا ہوتے ہیں۔ کسی مقناطیس کو مقنانے کے یہ معنے ہیں کہ ان تمام مفروضہ سالمی رووں کو ایک سمت میں لے آیا جائے چنانچہ ارضی مقناطیسیت بھی زمین کے گرد برقی رووں کا نتیجہ ہوتی ہے۔ ۱۸۲۳ء میں آمپیر نے ایک مقالہ شائع کیا جس میں اس نئے مظہر کی ریاضیات سے بحث کی۔ میکسول نے اس کی بڑی تعریف کی

آمپیر کا دوسرا کارنامہ یہ تھا کہ اس نے ادپر رو کے عمل کو دریافت کیا۔ چنانچہ اس نے دو تاروں کو پہلو بہ پہلو متوازی رکھا۔ جب ایک ہی سمت میں دونوں میں رویں گزاریں تو وہ تار آپس میں مل گئے۔ لیکن جب ایک میں رو سمت مخالف میں گزاری گئی تو وہ ایک دوسرے سے جدا ہو گئے

اس دریافت میں بعض نقادوں کو قدیم برقی جذب واقع کے سوا کچھ نظر نہ آیا اس کا جواب آمپیر نے یہ دیا کہ مساوی برقی بار ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں حالانکہ متوازی رووں کے حامل موصل ایک دوسرے کو جذب کرتے ہیں

ایک دوسرے نقاد نے آمپیر کے اس انکشاف کی تخفیف میں یہ کہا کہ چونکہ دو رویں ایک ہی مقناطیس پر عمل کرتی ہیں اس لئے ظاہر ہے کہ وہ ایک دوسرے پر عمل کریں گی۔ یہ سنا تو اراگو نے اپنی جیب سے دو کنجیاں نکالیں اور جواباً یوں کہا۔ "یہ دونوں کنجیاں ایک ہی مقناطیس کو جذب کرتی ہیں تو کیا آپ کا یہ مطلب ہے کہ یہ دونوں ایک دوسرے کو بھی جذب کرتی ہیں؟"

برقی مزاحمت　ادہم کا کلیہ | برقی مزاحمت کی پیمائش کے سلسلے میں ادہم کا کام بنیادی حیثیت رکھتا ہے

اس شخص کا پورا نام گیارگ سیمون[1] اوہم تھا۔ وہ جرمنی کے علاقہ بویریا کے مقام ایرلانگن[2] میں ۱۷۸۹ء میں پیدا ہوا۔ باپ اس کا لوہار تھا اور "حسب دستور" غریب تھا۔ لیکن دوسرے لوہاروں سے اس میں فرق یہ تھا کہ وہ تعلیم کی قدر و قیمت پہچانتا تھا۔ اس لئے اس نے اوہم اور اس کے بھائی کو جامعہ تک تعلیم دلائی۔ جب فارغ ہوا تو گاٹسٹاٹ[3] میں مدرس ہوگیا۔ نائف شٹیل[4] اور ہامبرگ[5] میں بھی مدرسی کی۔ تیس برس کی عمر میں یعنی ۱۸۱۷ء میں وہ بالآخر کولون[6] میں ریاضی اور طبیعیات کا مدرس ہوگیا یہاں ۹ برس تک اس نے بڑی کامیابی سے درس دیے۔ اس زمانے کا ایک طالب علم لژون ڈرکلے[7] تھا جس نے ریاضی داں کی حیثیت سے بڑی شہرت حاصل کی۔

اوہم کو محقق بننے کا بڑا شوق تھا۔ ۱۸۳۳ء میں نیورمبرگ[8] کے پالیٹکنک اسکول میں اس کا تقرر ہوگیا۔ اب برقی تحقیق کے میدان میں اس کے جوہر کھلنے لگے۔ چنانچہ جرمنی، انگلستان، روس، امریکہ، فرانس سب جگہ اس کے کام کو سراہا گیا۔ ۱۸۴۱ء میں لندن کی رائل سوسائٹی نے اس کو کاپلے تمغہ عطا کیا۔ ۱۸۴۹ء میں اس کی عمر ساٹھ سے متجاوز ہو چکی تھی۔ اس وقت اس کے بچپن کا خواب شرمندہ تعبیر ہوا یعنی وہ میونک[9] کی جامعہ میں پروفیسر غیر معمولی مقرر کیا گیا۔ ۱۸۵۲ء میں وہ پروفیسر معمولی مقرر ہوا۔ دو برس بعد ۱۸۵۴ء میں زندگی بھر کی تمنا حاصل کر لینے کے بعد وہ ہمیشہ کے لئے میدان تحقیق سے رخصت ہوگیا۔

اوہم کو تحقیق کا جتنا شوق تھا اتنا ہی شروع میں ساز و سامان کی اس کے پاس کمی تھی اور نہ کتابیں ہی مہیا تھیں اور نہ اسے فرصت ہی ملتی تھی۔ لیکن اس کا باپ زیادہ تر قفل بنایا کرتا تھا اس لئے اس زمانے میں اوہم کو اس کام میں جو تھوڑی بہت مہارت

---

[1] GEORG SIMON OHM [2] ERLANGEN [3] GOTTSTAD
[4] NEUFCHATEL [5] HAMBURG [6] COLOGNE
[7] LEJEUN DIRICHLEY [8] NUREMBURG [9] MUNICH

پیدا ہو گئی تھی اس کی مدد سے اس نے اپنے لئے آلات بنانا شروع کر دیے۔ اس نے سب سے پہلے دھاتوں کی برقی موصلیتوں کا مقابلہ کیا۔ اس کے لئے اس نے دھاتوں کو تار کی شکل میں لیا تراشی رقبہ ایک ہی رکھا لیکن طول مختلف لئے۔ اس نے یہ نتیجہ نکالا کہ تانبا بہترین موصل ہے۔ اس کی موصلیت کو اس نے ... اقرار دیا۔ پھر دھاتوں کی ترتیب حسب ذیل رہی۔

سونا = ۵۷٫۴، چاندی = ۳۵۶، جست = ۳۳۳، پیتل = ۲۸۰، لوہا = ۱۷۵

پلاٹینم = ۱۷۱، سیسا = ۹۷ اس سے معلوم ہوتا ہے کہ چاندی تانبے کے مقابلے میں اچھی موصل نہیں ہے۔ جدید تحقیق کو اس سے اختلاف ہے۔ اس کی باقی قیمتیں اپنی جگہ صحیح ہیں۔ اوہم نے اپنے نتائج کی تصدیق کرنا چاہی تو اس کو اپنی غلطی معلوم ہوگئی۔ ہوا یہ کہ تار کھینچتے وقت چاندی کے تار پر روغنی چمڑے کی ایک تہہ چڑھ گئی۔ اس لئے چاندی کا تار دوسرے تاروں سے درحقیقت پتلا کھینچا۔ ورنہ بہترین موصل چاندی ہے لیکن چونکہ اس کے بعد ہی تانبے کا نمبر ہے اور چونکہ چاندی کی قیمت زیادہ ہے اس لئے برقی مشینوں میں اس کا استعمال کم ہوتا ہے

بہت کچھ تجربے کرنے کے بعد اوہم نے اعلان کیا کہ تار کی موصلیت تین چیزوں پر منحصر ہوتی ہے۔ ایک تو تار کا طول ہے، دوسری اس کا تراشی رقبہ ہے اور تیسری اس کے مادے کی نوعیت ہے۔ یعنی تار کی مزاحمت طول کے راست اور تراشی رقبہ کے بالعکس متناسب ہوتی ہے چنانچہ اگر

ز = تار کی مزاحمت، ل = تار کا طول، ش = اس کی تراش کا رقبہ

تو ز ∝ ل اور ز ∝ $\frac{1}{ش}$ ∴ ز ∝ $\frac{ل}{ش}$ ∴ ز = $\frac{ص ل}{ش}$

جہاں ص = ایک مستقل جس کا تعلق تار کے مادے کی نوعیت سے ہوتا ہے

اس کے علاوہ اوہم نے اپنے تجربوں سے یہ نتیجہ بھی نکالا کہ کسی ترقی دور میں اگر

ر = رو کی مقدار ق = قوت جو تفاوت قوہ پیدا کر کے رو دوڑاتی ہو۔ محرکہ برق

ز = تار کی مزاحمت ز = خانے کی مزاحمت

تو ر = ق / (ز + ز۱)

یعنی مجموعی محرکہ برق اور مجموعی مزاحمت کی نسبت ہمیشہ مستقل ہوتی ہے اور دور میں گزرنے والی رو کے مقدار کے برابر ہوتی ہے۔ یہی مشہور و معروف کلیہ اوہم ہے۔ یہ نتائج ۱۸۲۶ء میں شائع ہوئے۔ اوہم کے سر سہرا ہے کہ اس نے محرکہ برق، رو، مزاحمت کے صحیح مفہوموں کو واضح کیا۔ مزاحمت کی اکائی کا نام اس کے نام پر "اوہم" رکھ دیا گیا۔ رو کی اکائی کا نام امپیر کے نام پر آمپیر رکھا گیا اور محرکہ برق کی اکائی وولٹا کے نام پر "وولٹ" کہلائی۔

۱۸۲۷ء میں اوہم نے ایک کتاب شائع کی جس میں اپنے کلیئے کا نظری ثبوت دیا تھا۔ اس نے بہت شہرت پائی یہاں تک کہ ۱۸۲۶ء والا مقالہ لوگ بھول گئے۔ اس کے نتیجہ میں عرصہ تک یہ خیال قائم رہا اور اب بھی اس کے ماننے والے موجود ہیں کہ اوہم نے صرف نظری طور پر کلیہ اخذ کیا تھا اور تجربہ سے اس کی تصدیق کبھی نہ کی۔ اس کا کلیہ اس غلط فہمی کا شکار ہوا۔ لوگ عجب عجب طرح سے اس پر تنقید کرتے تھے۔ چنانچہ برلن کے پروفیسر ہائنرش ولہلم ڈوو (۱۸۰۳-۱۸۷۹ء) نے لکھا ہے کہ "برلن کے ایک اخبار میں اوہم کا نظریہ وہم عریاں کا ایک جالا قرار دیا گیا۔ واقعات کے نہایت سطحی مشاہدے سے بھی اس کی تائید نہیں ہوتی۔ یہی نقاد آگے چل کر لکھتا ہے جو شخص دنیا کو احترام کی نظر سے دیکھتا ہے وہ اس کتاب سے صرف نظر کرے گا کیونکہ وہ ایک لاعلاج خود فریبی کا نتیجہ ہے جس میں فطرت کی عظمت کو کم کرنے کی کوشش کی گئی ہے۔

چونکہ اوہم کا نصب العین ہی یہ تھا کہ جامعہ کی پروفیسری حاصل کرے۔ اس لئے

HEINRICH WILHELM DOUE ؎

اس ناقدری کا اس پر بہت اثر پڑا۔ ۱۸۲۷ء والی کتاب لکھنے کے لئے اس نے رخصت لی اور برلن چلا گیا۔ وہاں کتبخانہ کی سہولتیں زیادہ تھیں۔ مگر نتیجہ اس کے خلاف رہا وہ سمجھتا تھا کہ یہ کتاب ترقی کا سبب بنے گی۔ ترقی تو کیا ملتی الٹا ارباب مدرسہ اس سے خفا ہو گئے ان میں سے ایک شخص ہیگل کے فلسفہ کا حامی تھا۔ جو تجربی تحقیق کے ہی سرے سے خلاف تھا۔ اس کشاکش میں اسے استعفا دینا پڑا۔

وہیٹسٹون کا پل: وہیٹسٹون اوہم کا بڑا مداح تھا۔ اس نے محسوس کیا کہ مزاحمت کی پیمائش میں زیادہ صحت کی ضرورت ہے۔ اس نے

وہیٹسٹون کا پل ایجاد کیا چارلس وہیٹسٹون فروری ۱۸۰۲ء میں گلاوسسٹر کے قریب پیدا ہوا اس نے موسیقی آلات کے بنانے

تصویر ۱۵



سر چارلس وہیٹسٹن (موجد آلہ تار برقی)

CHARLES WHEATSTONE ﷲ

کا کاروبار اختیار کیا۔ لیکن ۱۸۳۴ء میں اس نے لندن کے کنگس کالج میں تجرباتی فلسفہ کی پروفیسری قبول کر لی۔ یہاں اس نے آواز، نور اور برق میں ایجادیں کیں۔ ۱۸۳۸ء میں اس نے جسم نما ایجاد کیا۔ ایک سال قبل ۱۸۳۷ء میں وہ رائل سوسائٹی کا رفیق یعنی ایف آر ایس منتخب ہو چکا تھا۔ ۱۸۶۸ء میں اسے سر کا خطاب ملا ۱۹ اکتوبر ۱۸۷۵ء کو اس نے انتقال کیا۔

وہ زبردست تجربہ گر تھا۔ اس نے پروفیسری سے علیحدگی اختیار کر لی تھی۔ اپنی اپنی ایجادوں کی آمدنی پر گزارہ کرتا تھا۔ وہ مجمع میں تقریر کرنے سے بہت گھبراتا تھا۔ کنگس کالج میں پروفیسری کے ساتھ یہ بھی شرط تھی کہ پبلک لکچر بھی دیئے جائیں۔ چنانچہ اس نے ۸ لکچر آواز پر دیئے۔ لیکن اس کو اپنی طاقت لسانی پر کچھ ایسی بے اعتمادی تھی کہ وہ اس پر غالب نہ آسکا اور لکچر بند کر دیئے۔ گو پروفیسری پر کئی سال تک فائز رہا خلوت میں وہ ہر مسئلہ کو ایسی اچھی طرح سمجھاتا کہ ہر شخص گرویدہ ہو جاتا۔ لیکن اگر اسی بیان کو وہ جلوت میں دہرانے کی کوشش کرتا تو کامیاب نہ ہوتا۔ یہی وجہ ہے کہ اس کی اہم ترین تحقیقات کو پبلک میں پیش کرنے کی خدمت فیریڈے کو انجام دینا پڑی

مزاحمت کی پیمائش میں اصلاح اور ترقی ان لوگوں کی رہین منت ہے جو تار برقی کی نشوونما میں مصروف تھے۔ وہیٹسٹون نے مقوم مزاحمت یا مزاحمت قرار ایجاد کیا تھا لیکن اس کی جگہ مزاحمتی ڈبے نے لے لی ہے۔ اس کو ورنر سیمنس (۱۸۱۶-۱۸۹۲ء) نے ایجاد کیا تھا۔ اس زمانے میں برقی مزاحمت کی پیمائش میں ایک بڑی قباحت یہ تھی کہ اس کا انحصار برقی مورچے کے مستقل ہونے پر تھا۔ بکرل نے تفریقی گلوون پیما کے استعمال سے اس نقص کو دور کیا۔ پھر وہیٹسٹون نے ایسا طریقہ استعمال کیا جو بالآخر

RESISTANCE ۱ RHEOSTAT ۲ STEREOSCOPE ۳

DIFFERENTIAL GALVANOMETER ۵ WERNER SIEMENS ۴

وھیٹسٹون کے پل" کی ایجاد کا باعث ہوا۔ چنانچہ ۱۸۴۳ء میں وھیٹسٹون نے اس کی دو صورتیں پیش کیں۔ جن میں تاروں کی ترتیب کا فرق تھا

گلون پیما کا ارتقاء

ارسٹڈ کا انکشاف جب مشہور ہوا تو اس کے فوراً بعد ہی ۱۸۲۰ء میں پروفیسر جے ایس سی شوائیگر (۱۷۷۹-۱۸۵۷ء) ساکن ہالے واقع جرمنی نے گلون پیما ایجاد کیا۔ رو کے حامل تار کی کئی لپٹیں دے کر شوائگر نے مقناطیسی پراثر کو اور بڑھا دیا۔ ۱۸۲۵ء میں لیوپالڈ نوبلی (۱۷۸۴ء - ۱۸۳۵ء) ساکن فلارنس واقع اٹلی نے اثر بڑھانے کے لئے اچل سوئی استعمال کی۔ اس میں دو مقناطیسی سوئیاں ہوتی ہیں جو تلے اوپر ایک، دوسرے سے ملی ہوتی ہیں لیکن ہر ایک کا شمالی سرا دوسرے کے جنوبی سرے کے سامنے رہتا ہے۔ ۱۸۳۹ء میں پروفیسر کلود سری ماتھیا پوئیلے (۱۷۹۰ء - ۱۸۶۸ء) ساکن پیرس نے ماسی اور جیبی رو پیما ایجاد کئے۔ سر ولیم ٹامسن نے آئینے دار رو پیما ایجاد کر کے رو پیماؤں کی حساسیت کو اور بڑھا دیا۔ اسی زمانے میں اے دارسن وال نے ایک رو پیما ایجاد کیا جو آج تک اسی کے نام سے موسوم ہے۔ وہ بہت زیادہ مقبول ہوا۔ ۱۸۹۰ء میں سی وی بوائز نے تبلایا کہ نازک تجربوں میں سوئیاں لٹکانے کے لئے ریشم کی بجائے کارٹیتھر کے ریشے استعمال کرنا چاہیئے

فیریڈے کے تجربات

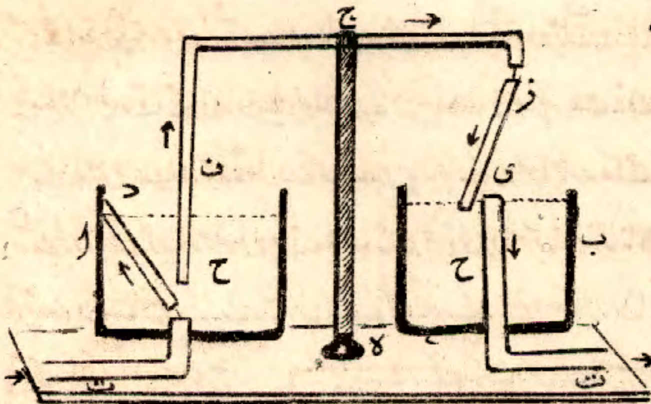
فیریڈے کے حالات اس سے پیشتر بیان کئے جا چکے ہیں۔ فریڈے نے جن مظاہر کی تحقیق و تفتیش کی ان کے وہ طبیعی اسباب کی تلاش میں رہا کرتا تھا اس کے برخلاف امپیر کو طبیعی اسباب سے قطعی بحث نہ ہوتی تھی۔ اس کی غرض صرف یہ ہوتی تھی کہ پہلے واقعات کا مشاہدہ کرکے

LEOPOLD NOBILI ال HALLE ال J.S.C. SCHWEIGER ال

SINE ال TANGENT GALVANOMETER ال ASTATIC ال

QUARTZ FIBRE ال C.V. BOYS ال D.ARSONVAL ال GALVANOMETER

تاکہ عام کلیے اخذ کئے جائیں۔ پھر ان کلیوں سے منظر کے پیدا کرنے والی قوتوں کی نوعیت پر مفروضے قائم کئے بغیر ان قوتوں کی ریاضیاتی قیمت دریافت کی جائے یعنی منظر کو تعبیر کرنے والا ریاضیاتی ضابطہ حاصل کیا جائے۔ بہرحال تجربی طبیعیات میں فیرڈے کا پایہ بہت بلند ہے۔ یہاں ہم اس کی چند تحقیقات بیان کریں گے۔ ارسٹڈ کے تجربے کے بعد ۱۸۲۱ء میں فیرڈے نے رائل انسٹیٹیوشن کے تجربہ خانے میں ڈیوی کے سامنے تجربے کے ذریعے اس بات کی کوشش کی کہ رد کے پیدا کردہ انصراف کو سوئی کی مستقل گردش میں تحویل کردے۔ ساتھ ہی اس کو یہ خیال پیدا ہوا کہ اگر ایک باردار تار کے گرد مقناطیس گردش کرسکتا ہے تو مقناطیسی سوئی کے گرد باردار تار کو گردش کرنا چاہیئے۔ ان سب باتوں کی تصدیق کے لئے اس نے ذیل کا تجربہ انجام دیا:۔



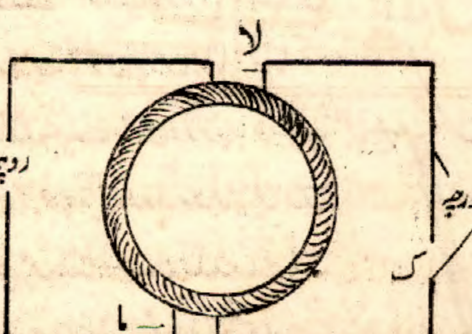
شکل ۷۵

حسب شکل ۷۵ اس نے دو پیالے ا اور ب لیے دونوں کی پینیدی میں سوراخ کئے ان سوراخوں میں سے تار ت گزارے۔ ا میں تار ت پینیدی سے ذرا سا اوپر ہوکر ختم ہوگیا لیکن ب میں تار سرے تک پہنچا۔ ا والے تار میں اس نے ایک دھاتی سلاخ د اس طرح لگائی کہ وہ گردش کرسکتی تھی۔ دونوں پیالوں کے بیچ میں ایک لیتا د ج ہ لگایا جس میں ایک سلاخ ح ج ح ایسی لگائی جس میں دو زانو تھے۔ ج پر یہ سلاخ مجوز کردی گئی تھی۔ سلاخ کی ٹانگ ف پیالے ا میں لٹکتی تھی۔ دوسری طرف

ٹانگ چھوٹی رکھ کر اس میں ایک سلاخ ز لگائی جو ہر طرف گردش کر سکتی تھی۔ دونوں پیالوں میں اس نے پارہ بھر دیا۔ اس آلے کے دونوں تاروں ت ت کو اس نے مورچہ سے ملا دیا۔ رو کے داخل اور خارج ہونے کی سمتیں شکل میں تیر کے نشان سے بتلائی گئی ہیں۔ فیریڈے کو یہ دیکھکر بڑی مسرت ہوئی کہ جب رو جاری کی گئی تو سلاخ د ف کے گرد گردش کرنے لگی اور سلاخ ز ی کے گرد۔ ایک راوی کا بیان ہے کہ فیریڈے وجد میں آکر ناچنے لگا۔ اس کی زبان پر کلمات "دم چلے بھائی دم چلے" جاری تھے۔ صفحہ ۴۳۶ پر جس ناچ کا ذکر کیا گیا ہے وہ یہی ناچ تھا۔

برقی مقناطیسیت

۱۸۳۱ء میں فیریڈے نے امالی رویں اور برقی مقناطیسیت کا انکشاف کیا۔ ۱۸۲۴ء میں اسے معلوم تھا کہ ایک برقایا ہوا جسم غیر برقائی جسم پر عمل کرتا ہے اور حامل رو تار بھی برقایا جسم ہوتا ہے۔ پس کیا یہ تار ایک دوسرے تار میں اپنی جیسی کیفیت پیدا کر سکتا ہے؟ چنانچہ ۱۸۲۵ء میں اس نے روپیما سے ملا کر ایک تار رکھا اور اس کے قریب ایک دوسرا تار رکھا جس میں رو گذاری لیکن کوئی نتیجہ برآمد نہ ہوا۔ ۱۸۲۸ء میں اس نے پھر تجربہ دہرایا۔ اس مرتبہ بھی ناکامی ہوئی لیکن فیریڈے نے ہمت نہیں ہاری۔ بالآخر کامیابی کی گھڑی آ ہی گئی۔ اگست ۱۸۳۱ء میں اس نے ذیل کا تجربہ انجام دیا:— اس نے نرم لوہے کا ایک حلقہ لیا اور حسب شکل ۷۶ اس کے



شکل ۷۶

ہر آدھے حصے پر ایک تار لا، ما لپیٹ دینے، ایسے تار لچھے کہلاتے ہیں۔ پہلے لچھے کا ایک سرا دس خانوں کے ایک مورچہ سے ملا تھا اور دوسرا سرا حلقے کے آدھے سے ہو کر کھٹکے سے ملا تھا۔ دوسرا لچھا ما رو پیما سے ملا دیا گیا۔ جب کھٹکا دبایا گیا تو رو پیما کی سوئی ادھر ادھر اہتزاز کرتی رہی اور بالآخر اپنی اصلی وضع میں ساکن ہو گئی جب رو کو توڑا گیا تو پھر سوئی میں انصراف پیدا ہوا۔ اس وقت اس تجربے کی پوری اہمیت فیریڈے کے ذہن میں نہیں آئی۔ ۲۳ ستمبر کو اس نے ایک خط میں لکھا "میں پھر برقی مقناطیسیت میں مصروف ہوں۔ مجھے ایک اچھی چیز مل گئی ہے لیکن ابھی کچھ کہہ نہیں سکتا۔ ممکن ہے کہ بجائے مچھلی کے میرے جال میں صرف گھانس ہی آئی ہو۔ لیکن میں نے جو محنت کی ہے امید ہے کہ اس کا صلہ مل کر رہے گا۔"

دوسرے دن فیریڈے نے لوہے کا ایک اسطوانہ لیا اور اس پر تار کا ایک مرغولہ لپیٹ دیا جس کا تعلق ایک رو پیما سے تھا۔ (شکل ؏۷۷) پھر جب شکل دو مقناطیسی قطبوں ش اور ج کے درمیان لوہے کے اسطوانے کو رکھ دیا۔ جب ش اور ج پر مقناطیسی تماس ہوتا یا ٹوٹتا تو رو پیما میں ایک عارضی رو گزر جاتی جب تماس قائم ہو جاتا تو رو نہ گزرتی۔ بس اس صورت میں مقناطیسیت برق میں تحویل ہوئی۔ یہ تجربہ ارسٹڈ کے تجربہ کا عکس ہے یعنی مقناطیس سے برقی رو پیدا کی گئی۔

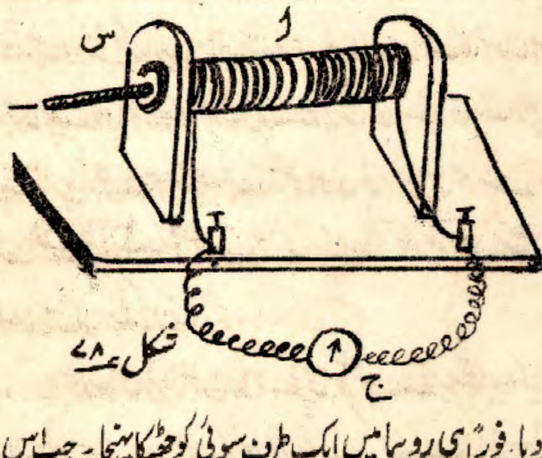


شکل ؏۷۷

یکم اکتوبر ۱۸۳۱ء کو فیریڈے نے اعلیٰ برقی دیں

دریافت کر ہی لیں۔ اس کی صورت یوں ہوئی کہ اس نے ۲۰۳ فیٹ لمبا تانبے کا تار لیا اس پر پوشش لپیٹ کر اسے مجوز بنایا پھر اسے ایک لمبی ریل پر چڑھایا اور ایک رو پیما سے اسے ملا دیا۔ ایک دوسرا اتنے ہی طول کا لیا۔ اس کو بھی اسی لکڑی پر چڑھا دیا۔ لیکن اس کو دس خانوں کے ایک مورچہ سے ملا دیا۔ فریڈے کا بیان ہے کہ مورچہ رو کے جوڑ اور توڑ پر ایک جھٹکا رو پیما کی سوئی کو پہنچتا تھا لیکن وہ اتنا خفیف تھا کہ آسانی سے نظر نہ آتا تھا۔ جوڑ پر جھٹکا ایک طرف پہنچتا مگر توڑ پر دوسری طرف ہوتا تھا۔ درمیانی اوقات میں سوئی اپنی طبعی وضع میں رہتی تھی۔"

۱۷ اکتوبر ۱۸۳۱ء کو اس نے یہی اثرات صرف مقناطیس سے پیدا کئے۔ اس کی صورت یہ تھی کہ حسب شکل ۲۸۷، لکڑی کے ایک کھوکھلے اسطوانے ا پر اس نے کئی سو گز تانبے کا تار لپیٹ دیا۔ تار کے دونوں سروں کو اس نے رو پیما ج سے ملا دیا۔ پھر اس نے ایک سلاخی مقناطیس س لیا اور اسطوانے



شکل ۲۸۷

یا ریل میں اسے داخل کر دیا۔ فوراً ہی رو پیما میں ایک طرف سوئی کو جھٹکا پہنچا۔ جب اس نے مقناطیس کو نکال لیا تو مخالف سمت میں جھٹکا پہونچا۔ جب تک مقناطیس ریل کے اندر رہا تو سوئی بھی ساکن رہی۔

ان تجربوں میں غیر متوقع طور پر جو بات نظر آئی وہ یہ تھی کہ امالی اثرات مسلسل نہیں تھے۔ ایسا معلوم ہوتا تھا کہ ایک لہر یا موج سی کوئی چیز ہے جو گزر رہی ہے۔ یہ نہیں معلوم ہوتا تھا کہ کسی وولٹائی خانے کی رو ہے۔

کچھ عرصے کے لئے فیراڈے نے برقی مقناطیسیت کو ترک کر دیا اور اس کی جگہ برق پاشیدگی کا مطالعہ شروع کر دیا۔ ساتھ ہی وولٹائی خانہ پر بھی توجہ مبذول کی۔ نتیجہ یہ ہوا کہ اس نے برق پاشیدگی کے کلیے دریافت کر لئے۔ ان کو مختصراً یوں بیان کر سکتے ہیں کہ جب برقی رو کسی برق پاشیدی یعنی موصل مائع میں سے گزرتی ہے تو مائع مثلاً پانی کی تحلیل ہو جاتی ہے، اس تحلیل کی مقدار مائع میں سے گزرنے والی برقی مقدار کے متناسب ہوتی ہے۔ اس سے بحث نہیں کہ برقی دباؤ کتنا ہے یا برقیروں کا رقبہ کیا ہے یا مائع کی موصلیت کیا ہے۔ اس کلیہ سے نتیجہ یہ نکلا کہ گیس کی جتنی مقدار آزاد ہوتی ہے وہ گزرنے والی برق کی مقدار کلی پیمائش ہوتی ہے۔ اس کے بعد اس نے یہ کلیہ دریافت کیا کہ مختلف برق پاشیدوں میں برق کی مساوی مقداریں معادل مقداریں آزاد کرتی ہیں۔ مثلاً اگر ایک برق پاشیدہ تانبے کے کسی نمک کا محلول ہو اور ایک چاندی کے کسی نمک کا اور پھر دونوں میں سے برق کی مساوی مقداریں گزاری جائیں تو تانبے اور چاندی کی جو مقداریں آزاد ہوں گی، ان میں تناسب ہمیشہ ایک ہی رہے گا۔ اس سلسلے میں ۱۸۳۴ء میں فیراڈے نے اینوڈ[1] اور کیتھوڈ[2] (یا مثبت و منفی برقیروں) کی اصطلاحیں رائج کیں۔

اسی سال فرانس میں اے، پی، ماسون[3] نے یہ مشاہدہ کیا تھا کہ برقی مقناطیس پر جو تار لپٹا ہوتا ہے اس کے دونوں سرے کسی ایک خانے دونوں تیروں سے ملا دیئے جائیں اور ہر ہاتھ میں ایک سرا لیا جائے تو ہر مرتبہ تماس کے توڑنے پر صدمہ محسوس ہوتا ہے۔ انگلستان میں ولیم جنکن نے بھی اس کا مشاہدہ کیا تھا۔ امریکہ میں ہنری بھی اس سلسلے میں تجربے انجام دے چکا تھا۔ لیکن فیراڈے کو اس کا علم نہیں تھا۔ اس لئے جب جنکن اور ماسون کے تجربوں کا علم اسے ہوا تو اس نے تحقیق شروع کر دی

[1] Anode [2] Kathode [3] A.P. Masson

اور اس نتیجہ پر پہنچ گیا کہ یہ برقی رو خود اسی پر امالہ ہے ۔ اس نے ثابت کر دکھایا کہ یہ زائد رو ہے ، توڑ کے وقت زائد رو کی سمت دی ہوتی ہے جو اصلی رو کی اس لئے اس کو تقویت پہنچتی ہے ۔ لیکن جوڑ کے وقت اس کے خلاف عمل میں آتا ہے اور اصلی رو کمزور پڑ جاتی ہے ۔ اس زائد رو کی مخالفت ابتدا میں بہت زائد رہی لیکن بعد میں سب نے اس کو قبول کر لیا ۔

یہاں ایک لطیفہ درج کرنا نامناسب نہ ہوگا ۔ فیریڈے نے سب سے پہلے جو برقی مقناطیسی آلہ تیار کیا تھا اس سے اس قدر خفیف نتائج حاصل ہوئے کہ فریڈے لکچر دے چکا تو اس سے پوچھا گیا کہ اس سے مقصد کیا ہے ۔ ارباب کلیسا میں سے ایک بزرگ موجود تھے ۔ ان کے ذہن رسا میں فوراً یہ خیال آیا کہ فساد انگیزوں کے ہاتھوں میں یہ آلہ بڑے خطرے کا سبب بن سکتا ہے ۔ اس بنا پر وہ اس انکشاف پر متاسف تھے ۔ علم پہلے حاصل ہوتا ہے ۔ سمجھ بعد میں آتی ہے ۔ چنانچہ ایک مفکر کا قول ہے کہ " ہم بڑھتے آگے کی طرف ہیں لیکن سمجھتے پیچھے کی طرف ہیں " ۔

یہاں فریڈے کی ایجاد برق مقناطیسیت کے متعلق ایک اور لطیفہ قابل ذکر ہے قابل قدر طبیعی جب اپنے تجربے دکھا چکا تو سامعین میں سے ایک معمر خاتون نے دریافت کیا کہ آخر ان ایجادوں سے دنیا کو کیا فائدہ پہونچے گا ۔ اس پر فیریڈے نے معاً خاتون سے برجستہ سوال کیا ۔ ایک نوزائیدہ بچے سے دنیا کو کیا فائدہ پہنچتا ہے ؟

برقی مقناطیسیت کے انکشاف میں فریڈے کے نام کے ساتھ ہنری کا نام وابستہ ہے اس لئے اب ہم اس کے حالات بیان کریں گے

یوسف ہنری یوسف[1] ہنری امریکہ کے علاقہ نیویارک کے مقام البانی[2] میں ، ۱۷ دسمبر ۱۷۹۷ء کو پیدا ہوا ۔ پندرہ برس کا ہوا تو

ALBANY ۲ JOSEPH HENRY ۱

ایک گھڑی ساز کی دوکان میں امیدوار ہوگیا۔ لیکن دل اس کام میں نہ لگتا تھا۔ اس کی دلی تمنا تو یہ تھی کہ اداکار اور ڈرامہ نویس بنے۔ لیکن یہ تمنا کبھی شرمندۂ تعبیر نہ ہوئی قدرت نے اس کے لئے کچھ اور مقدر کیا تھا۔ اتفاق سے "تجرباتی فلسفے پر لیکچر" کے نام اس کو ایک کتاب ہاتھ لگی جس کا اس نے مطالعہ کیا تو دل میں سائنس کا شوق پیدا ہوگیا۔ بس پھر کیا تھا۔ وہ البانی کی اکاڈیمی میں بطور طالب علم داخل ہوا۔ بالآخر ۱۸۲۶ء میں وہیں ریاضی کا پروفیسر مقرر ہوگیا۔ ۱۸۳۲ء میں پرنسٹن کالج میں وہ فلسفہ طبعی کا پروفیسر مقرر ہوا۔ ۱۸۴۶ء میں واشنگٹن میں جدید اسمتھسونین انسٹیٹیوشن قائم ہوئی تو اس کا معتمد (سکریٹری) مقرر ہوا۔ ۱۳، مئی ۱۸۷۸ء کو اس نے انتقال کیا۔

قیام البانی کے زمانے میں ہنری نے تحقیق شروع کردی تھی۔ بہ حیثیت پروفیسر اور بہ حیثیت معتمد بھی اس کا وقت زیادہ تر روزانہ کی تعلیم میں صرف ہوجاتا تھا۔ اس لئے تحقیق کے لئے وقت کم بچتا تھا۔ البانی اکاڈیمی میں اسے سات گھنٹے روزانہ پڑھانا پڑتا تھا۔ اس پر مستزاد یہ تھا کہ تجربوں کے واسطے کوئی کمرہ بھی الگ نہ تھا۔ لیکن ہنری دھن کا پکا تھا۔ تحقیقی تجربے وہ اکاڈیمی کے بڑے ہال میں انجام دیتا۔ وقت کا حل یوں نکالا کہ تعطیلات میں تحقیق کا کام کرتا۔ لیکن چونکہ یکم ستمبر کو اکاڈیمی کھل جایا کرتی تھی اس لئے تحقیقی کام بند ہوجایا کرتا تھا۔ فرینکلن کے بعد ریاستہائے متحدہ امریکہ میں برق پر تحقیقی تجربے انجام دینے والا ہنری ہی گزرا ہے۔

۱۸۲۰ء میں اراگو اور آمپیر فولادی سلائیوں کو ایک مرغولہ کے اندر رکھ کر برقی Solenoid
رو گزار کے مقناطیس بنالیتے تھے ۱۸۲۵ء میں اسٹرجن نے سب سے پہلے برقی مقناطیس کی تشریح بیان کی۔ اس کا پورا نام ولیم اسٹرجن (۱۷۸۳ء - ۱۸۵۰ء) تھا۔ یہ شخص لنکاشائر کے ایک موچی کا بیٹا تھا۔ سائنس کی تعلیم خود ہی کتابوں سے حاصل کی۔ ایک ماہانہ

William Sturgeon at Smithsonian Institution

رسالہ انیلس آف الکٹرسٹی (تواریخ برق) کے نام سے نکالنا شروع کیا۔ ۱۸۲۵ء میں جو برقی مقناطیس اس نے تیار کیا تھا وہ اپنے وزن کا بیس گنا یعنی کوئی ۹ پونڈ کا وزن اٹھا سکتا تھا۔ اس وقت برقی خانہ تانبے اور جست کے پتروں والا استعمال کیا جاتا تھا۔ مقناطیس کو نعل کی شکل کا بنایا گیا تھا اور بجائے فولاد کے لوہے سے بنایا گیا تھا۔ اس لئے رو گزارنے پر زبردست مقناطیس بن جاتا تھا اور رو بند کرنے پر کچھ بھی اثر نہ رہتا تھا۔ پروفیسر مال نے ایک ایسا فعلی مقناطیس تیار کیا جو ۱۵۴ پونڈ کا وزن اٹھا سکتا تھا۔ لیکن ہنری نے اس میں زبردست اصلاحیں کیں۔ برقی رو کے حامل تانبے کے تار کو کھلا رکھنے کی بجائے اس نے ریشم پوش کر دیا۔ اور مرغولہ میں چند لپیٹوں کی بجائے بہت سی لپیٹیں کر دیں۔ چنانچہ مارچ ۱۸۲۹ء میں اس نے جس مقناطیس کا مظاہرہ کیا اس میں ۴۰۰ لپیٹیں رکھیں۔ مزید اصلاح یہ کی کہ بجائے ایک لچھے کے کئی لچھے تار کے گرد لپیٹ دیئے۔ پھر اس نے یہ دریافت کیا کہ ہر مورچہ کے ساتھ کس جسامت کا لچھا استعمال کرنا چاہیئے۔ اپنے نتائج اس نے امریکن جرنل آف سائنس میں شائع کئے۔ اس نے "حدتی" اور "مقداری" مورچہ کی اصطلاحیں وضع کیں۔ حدتی مورچہ سے مراد وہ مورچہ ہے جس میں خانے ایک سلسلہ میں جوڑ دیئے گئے ہوں۔ مقداری مورچہ سے مطلب وہ مورچہ ہے جس میں ایک ہی خانہ ہو لیکن اس کے پتر بڑے ہوں اسی طرح اس نے "حدتی" اور "مقداری" مقناطیس بھی قرار دیئے۔ وہ اس نتیجہ پر پہنچا کہ حدتی مقناطیس ایک واحد لمبے تار کے ساتھ استعمال کیا جاسکتا ہے جس کو حدتی مورچہ سے پہنچے یا پھر مقداری مقناطیس استعمال کیا جائے جس میں سے بہت سے چھوٹے چھوٹے تار ہوں جن میں رو ایک مقداری مورچہ سے گزر رہی ہو۔ پہلی صورت اس حالت میں قابل ترجیح ہے جب کہ رو کو بہت دور فاصلہ پر خانے

PROF. MOLL

سے مقناطیس تک پہنچا ہو جیسا کہ تار برقی میں ہوتا ہے۔ ہنری نے جو برقی مقناطیس تیار کئے ان میں ایک ہی خانہ استعمال ہوتا تھا۔ جس کے تیر لمبائی چوڑائی میں بالشت بھر سے زیادہ نہ تھے وہ اپنے وزن کا پچاس گنا وزن اٹھا سکتے تھے۔

ہنری کی یہ تحقیق اس زمانے کی ہے جب کہ اسے اوہم کی تحقیق کا علم نہ ہوا تھا ۱۸۳۳ء میں اسے پتہ نہ تھا کہ اوہم کا نظریہ کیا ہے اور اس کے متعلق کس سے دریافت کرنا چاہیئے۔ ۱۸۳۷ء میں اس نے لندن کا سفر اختیار کیا تو اسے اوہم کا نظریہ معلوم ہوا

ہنری کے دل میں سوال اٹھا کہ اگر برقی رو مقناطیسیت پیدا کر سکتی ہے تو کیا مقناطیسیت سے برقی رو پیدا ہو سکتی ہے؟ اس سوال کا جواب دینے کے لئے اس نے اپنا مقداری مقناطیس لیا۔ اس کے ناظر (آرمیچر) کے وسط میں تانبے کے پتلے تار کا ایک لچھا لپیٹ دیا۔ لچھے کے دونوں سرے ایک رو پیما سے ملا دیئے۔ جس کو ۴۰ فٹ دور رکھا تھا: ناظر کو مقناطیس کے سروں پر اتار رکھا گیا۔ مورچہ کی تختیوں کو ہلکائے ترشے میں ڈبو دیا۔ مقناطیس کو اکسایا گیا۔ رو پیما کی سوئی اپنی جگہ سے ہل گئی۔ جواب مل گیا کہ مقناطیسیت سے برق پیدا ہو سکتی ہے۔ ہنری کو یہ دیکھکر تعجب ہوا کہ اثرات بہت عارضی ہوتے ہیں۔ اس کے علاوہ "جوڑ" پر رو جس سمت میں گزرتی ہے "توڑ" پر اس کے خلاف سمت میں چلتی ہے۔

یہ تجربہ اگست ۱۸۳۰ء میں انجام دیا گیا۔ یعنی فیریڈے کے تجربے سے کوئی ایک سال پہلے۔ اب سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ دونوں میں تقدم کس کو حاصل ہے جون ۱۸۳۲ء میں ایک رسالہ میں یہ اطلاع شائع ہوئی کہ فیریڈے نے مقناطیسیت سے برق پیدا کر دکھائی ہے۔ کچھ زیادہ تفصیلات شائع نہیں ہوئیں۔ لیکن ہنری نے کام فوراً شروع کر دیا اور جولائی ۱۸۳۲ء کے امریکن جنرل آف سائنس میں اپنے تجربے شائع کیے۔ اس مقالے میں وہ تجربے بھی تھے جو فیریڈے کا حال معلوم ہونے

سے پہلے کے تھے۔ اور وہ بھی تھے جو اس علم کے بعد انجام دیئے گئے۔ لیکن فیریڈے کی تحقیق ۱۸۳۱ء میں شائع ہو چکی تھیں۔ پس اگرچہ دونوں نے علیٰحدہ علیٰحدہ ایک ہی بات دریافت کی تاہم فیریڈے کے کام کی اشاعت پہلے ہوئی۔ اس لئے تقدم فیریڈے ہی کو حاصل ہے۔ ۱۸۳۷ء میں ہنری نے فیریڈے سے ملاقات بھی کی۔ دونوں کو ایک دوسرے کی ملاقات سے بہت خوشی حاصل ہوئی۔

لندن کے کنگس کالج میں فیریڈے، وہٹیسٹون، ڈانیال اور ہنری نے مل کر حرانبار سے برقی شرارہ حاصل کرنا چاہا لیکن انگریزوں کو کامیابی نہیں ہوئی۔ اب ہنری کو یاد آیا کہ نرم لوہے کے ٹکڑے پر ایک لمبا تار لپیٹ دیا جائے تو کیا اثرات پیدا ہوتے ہیں۔ چنانچہ اس نے اس دریافت سے فائدہ اٹھاکر کامیابی حاصل کی۔ فیریڈے مارے خوشی کے اچھل پڑا اور چلانے لگا "ہنری زندہ باد" "یانکی تجربہ پائندہ باد" (ریاستہائے متحدہ امریکہ کے باشندوں کو "یانکی" کہتے ہیں)

۱۸۳۸ء میں ہنری نے اعالی رووں پر تجربے انجام دیئے۔ ان کا مشاہدہ فیریڈے بھی کر چکا تھا لیکن وہ رویں بہت عارضی اور خفیف تھیں۔ ہنری نے ثابت کیا کہ قوی تر رویں بھی حاصل کی جا سکتی ہیں۔ چنانچہ ۲۵ آدمی ہاتھ سے ہاتھ ملاکر کھڑے ہوئے تو ایک چھوٹے سے مورچے سے رو گزری تو سب کو جھٹکا محسوس ہوا

۱۸۴۲ء میں ہنری نے ثابت کر دکھایا کہ لیڈنی مرتبان سے جو اخراج ہوتا ہے وہ یکبارگی سب نہیں ہو جاتا بلکہ اہتزازی ہوتا ہے۔ پہلے ایک طرف پھر دوسری طرف اسی طرح یکے بعد دیگرے گھٹتا جاتا ہے تا آنکہ صفر ہو جاتا ہے۔ ۱۸۴۷ء میں ہل ہولٹس نے اس کی تصدیق کی۔ ۱۸۵۳ء میں سر ولیم ٹامسن نے نظریے سے بھی اس نتیجہ کو اخذ کیا اگرچہ سابق کی تحقیق کا اسے علم نہیں تھا۔

YANKEE

رھمکارف

امالی ردوں کے سلسلے میں رھمکارف کا امالی[۹۵] لچھا کافی شہرت رکھتا ہے، رھمکارف کا پورا نام ہائنرش[۹۵] دانیال رھمکارف ہے جرمنی کے مقام ہنیور میں یہ شخص ۱۸۰۳ء میں پیدا ہوا۔ ۱۶ سال کی عمر میں وہ پیرس چلا گیا وہاں اس نے طبیعی آلات بنانے کا کام شروع کردیا۔ ۱۸۵۱ء میں مشہور و معروف امالی لچھا وجود میں آیا۔ ۱۸۵۸ء میں فرانس میں برقی آلات کی نمائش ہوئی۔ اس میں ۵۰،۰۰۰ فرانک (فرانک = ۱۰ ر تقریباً) کا انعام رھمکارف کو ملا لیکن کہا جاتا ہے کہ رھمکارف غریب ہو کر مرا۔ کیونکہ جو کچھ اس کو آمدنی ہوتی تھی وہ سائنس پر اور خیرات کے کاموں میں خرچ کر ڈالتا تھا۔ اس نے ۱۸۷۷ء میں انتقال کیا۔

۱۸۳۰ء میں یا اس زمانے کے قریب ہنری نے مقداری مقناطیس اور مرغولہ آرمیچر نکالا اور ۱۸۳۱ء میں فیرڈے نے اپنا حلقہ نکالا۔ ان دونوں سے ملکر کہنا چاہیئے کہ سب سے پہلا مبدّل[۹۶] تیار ہوا۔

ہنری کی تحقیقات نے چارلس[۹۷] گریفٹن پیج (۱۸۱۲ء-۱۸۶۸ء) کو اس طرف متوجہ کردیا۔ یہ شخص سیلم کا رہنے والا تھا اور ہارورڈ کی جامعہ کا سند یافتہ تھا۔ ۱۸۴۰ء کے دفتر پیٹنٹ میں ممتحن ہو گیا۔ پیج نے ایک آلہ ایجاد کیا جو آجکل رھمکارف کے لچھے کے نام سے موسوم ہے۔ پیج نے ۱۸۳۶ء میں اپنی تحقیق شائع کی۔ اور ۱۸۳۸ء میں اس نے ایک امالی لچھا تیار کیا۔

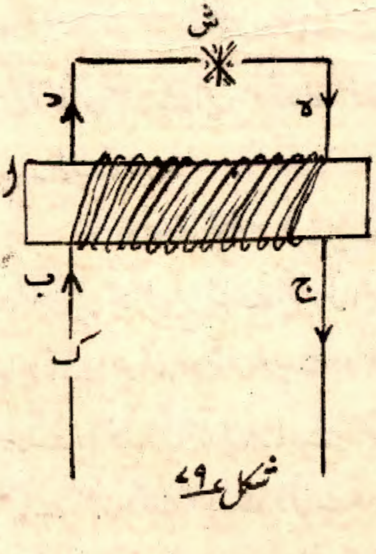
امالی لچھے میں اصلاً دو لچھے ہوتے ہیں۔ ایک اصلی[۹۸] لچھا جس کو ابتدائی کہتے ہیں دوسرا لچھا ثانوی کہلاتا ہے۔ اصلی لچھے میں پیج نے تانبے کا موٹا تار اور ثانوی میں باریک تار استعمال کیا۔ اس سلسلے میں اس نے ایک خودکار ہتوڑی استعمال کی جو پارے

HIENRICH DANIEL RUHMKORFF [۹۵] RUHMKORFF INDUCTION COIL [۹۴]

PRIMARY [۹۸] CHARLES GRAFTON PAGE [۹۷] TRANSFORMER [۹۶]

میں جوڑ اور توڑ پیدا کرتی تھی۔ توڑ کے وقت تماس کی مدت کو کم کرنے کے لئے پیج نے پارے کے اوپر تیل یا الکوحل کا استعمال کیا۔ سیابی توڑ جوڑ کی بجائے پلاٹینم کے تماس کی تجویز سب سے پہلے جرمنی میں ۱۸۳۹ء میں جے۔ پی۔ ویگنر اور نیف نے پیش کی۔

ایسا ہی ایک آلہ رمکارف نے بھی ایجاد کیا تھا۔ لیکن دونوں کا جو مقابلہ کیا گیا تو معلوم ہوا کہ رمکارف کے آلے سے جو اثرات مرتب ہوتے ہیں اس سے کہیں زیادہ شدید پیج کے آلے سے ظاہر ہوتے ہیں۔ چنانچہ پیج نے ایک ایسا لچھا تیار کیا جس سے ہوا میں کوئی ۲ء۱ انچ کا شرارہ حاصل ہوا۔ اس بنا پر لچھے کو پیج سے منسوب کیا جانا چاہیئے تھا لیکن اس کو تمام تر شہرت رمکارف کے نام سے ہے۔ حتیٰ کہ ۱۸۵۱ء میں رمکارف کے آلے کی ابتدا تھی اور پیج اسے مکمل کر چکا تھا۔



شکل ۹ع

جہاں تک اصول کا تعلق ہے شکل ۹ع سے بخوبی واضح ہے

ا نرم لوہے کی ایک سلاخ ہے۔ آجکل یہ نرم لوہے کی سلائیوں کو باندھ کر بنائی جاتی ہے جب رو گزرتی ہے تو یہی سلاخ مقناطیس بن جاتی ہے۔ اس سلاخ کے گرد تانبے کا موٹا تار ب لپٹیا جاتا ہے۔ یہ تار بہت لمبا ہوتا ہے۔ اس لئے اس لپیٹیں بہت کافی ہوتی ہیں۔ اس تار کے دونوں سرے ب اور ج منبۂ برق یعنی کسی برقی مورچے سے لگے رہتے ہیں۔ اسی تار کو "اصلی لچھا" کہتے ہیں اس کے دور میں ایک کھٹکا ک ہوتا ہے

اب اصلی لچھے سے محجوب کر کے تانبے کے باریک تار کا ایک اور لچھا دہ لپیٹا جاتا ہے اس کو ثانوی لچھا کہتے ہیں۔ یہ اصلی سے بھی زیادہ لمبا ہوتا ہے۔ اس کے آزاد سرے "ش" پر آکر ملتے ہیں جہاں ایک فصل ہوتا ہے جس میں شرارہ پیدا ہوتا ہے اب اگر ایک رو ایسی گزاری جائے کہ اس میں آمپیر زیادہ ہوں اور وولٹ کم ہوں تو سلائیوں کا مٹھا طاقتور مقناطیس بن جاتا ہے۔ جب وقت ورک پر ٹوٹتا ہے تو یہ مٹھا مقناطیسیت زائل کر دیتا ہے ساتھ ہی ثانوی میں ایک رو پیدا ہو جاتی ہے، جس میں آمپیر کم ہوتے ہیں لیکن وولٹ زیادہ ہوتے ہیں۔ یہاں تک کہ برقی رو دونوں سروں کے درمیانی فصل کو عبور کر جاتی ہے اور ایک شرارہ ش پیدا ہو جاتا ہے

اگر شرارہ کو جلد جلد پیدا کرنا ہے تو ک پر ایسی ترکیب ہونا چاہیئے کہ "توڑ" اور "جوڑ" جلد جلد ہونے لگیں اس کے لئے خاص ترکیب استعمال کی جاتی ہے جس کو تماس شکن¹ کہتے ہیں۔ موٹر کے انجنوں میں بھی ایسی ہی ترکیب سے شرارے پیدا کئے جاتے ہیں۔

رمکارف کا امالی لچھا اس طرح ایک "مبدّل"² ہے یعنی پست وولٹوں کو بلند وولٹوں میں تبدیل کر دیتا ہے۔ تجارتی اغراض کے لئے ایسا مبدل بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ جو بلند وولٹوں کو پست وولٹوں میں تبدیل کرتا ہے جو بلند وولٹوں کو پست وولٹوں میں تبدیل کرتا ہے چنانچہ بجلی کی روشنی عام طور پر ۲۳۰ وولٹ پر ملتی ہے۔ بعض وقت ضرورت ہوتی ہے تو مبدل لگا کر ۲۳۰ وولٹ کو ۵۵ وولٹ تک اتار لیا جاتا ہے۔ اس سے کم و بیش بھی اتارا جا سکتا ہے۔ اس مبدل کی نشو و نما میں حصہ لینے والے بہت سے حضرات ہیں۔ اس طرح فیریڈے اور ہنری کی نظری

---

² TRANSFORMER ¹ INTERRUPTER

تحقیق نے جو محض طلب علم کا نتیجہ تھی موجودہ زمانے کی تجارتی ترقیوں کی گویا راہ کھول دی جس سے تمدن میں اضافہ اور اہل تمدن کو آرام ملا۔

برقی سکونی امالہ جہاں فیریڈے نے برقی مقناطیسیت میں قابل قدر اضافے وہاں اس نے برقی سکونیات کو فراموش نہیں کیا۔ اس کی بنیاد بھی اس نے مضبوط کر دی ۱۸۳۵ء کے بعد ہی ہم اس کو برقی سکونی امالہ پر تحقیق میں مصروف پاتے ہیں۔ ان تحقیقات کو اس نے اپنی "تجرباتی تحقیقات کے گیارھویں سلسلے میں بیان کیا ہے۔

اس سے بیشتر کولمب پواسان وغیرہ اس امر کے قائل تھے کہ دو برقی باروں میں "عمل از فصل" ہوتا ہے یعنی وہ ایک دوسرے کو جذب یا دفع کرتے ہیں اور درمیانی واسطے کا ان پر کوئی اثر نہیں پڑتا۔ فیریڈے کے نزدیک یہ نقطۂ نظر غلط تھا۔ اس کی بجائے یوں توجیہہ کی کہ برقی جذب و دافع کی اشاعت واسطے میں متصل ذرات کے درمیانی سالمی عمل کی وجہ سے ہوتی ہے۔ پس برقی قوتوں کی اشاعت میں واسطہ بھی حصہ لیتا ہے اسی لئے اس نے واسطے کا نام "برق گزار" رکھا۔

عمل از فصل کا ایک نتیجہ یہ تھا کہ امالہ ہمیشہ خطوط مستقیم میں ہونا چاہیئے۔ اس کو غلط ثابت کرنے کے لئے فیریڈے نے تجربے انجام دیئے۔ اور یہ دکھلایا کہ اگر کوئی باردار جسم ہو اور ایک چھوٹا سا جسم ہو اور دونوں کے درمیان پیتل کا ایک کرہ حائل ہو تو باردار جسم کا عمل بعض ان مقامات پر زیادہ پایا جاتا ہے جو باردار جسم سے دور تر ہیں اور نزدیک مقاموں پر کم۔ پس اس نے یہ نتیجہ نکالا ہمیشہ خطوط منحنی میں ہوتا ہے ان خطوط کا نام اس نے "خطوط قوت" (یا انابیت) رکھا۔ اس اصطلاح کو اس نے سب سے پہلے ۱۸۳۱ء میں استعمال کیا۔

LINES OF FORCE — DIELECTRIC

اس نے تجربوں سے یہ ثابت کیا کہ دو بار دار جسموں کے درمیان برقی قوت کی مدت حاجز واسطے کی نوعیت کے ساتھ ساتھ بدلتی ہے۔ اس کی بدولت اس نے اس خاصیت کا انکشاف کیا جس کو آجکل "نوعی امالی گنجائش[۵۱]" کہتے ہیں۔ کیونڈش عرصہ ہوا اس نتیجے پر پہونچ چکا تھا لیکن اس کو اہم نہ سمجھ کر اس کی طرف سے غافل ہو گیا فیریڈے نے اس سلسلے میں تجربے انجام دیئے اور نوعی امالی گنجائشوں کا مقابلہ کیا اس کا آلہ اصلاً ایک لیڈنی مرتبان تھا جس میں برق گزار کو بدلا جا سکتا تھا۔ اس میں دو ہم مرکز کرے تھے جن کے درمیان خالی جگہ کو مطلوبہ برق گزار سے بھرا جا سکتا تھا اس طرح اس نے ثابت کیا کہ گندھک کی نوعی امالی گنجائش زیادہ ہے۔ یعنی وہ املے کو زیادہ گزرنے دیتا ہے

اپنی اس تمام تحققات میں فیریڈے اس اصول کے تحت کام کرتا رہا کہ برق مقناطیسیت اور برقی مقناطیسیت کے سارے مظاہر درمیانی واسطے کے غیر مرئی تغیرات کا نتیجہ ہوتے ہیں۔ مقناطیس کے اردگرد لوہچون چھڑک کر مقناطیسی میدان کا نقشہ تیار کر لیا گیا تھا اور گویا خطوط قوت نظر آ گئے تھے۔ ریاضی داں تو ان کو صرف سمت بتلانے والے خط خیال کرتے تھے۔ لیکن فیریڈے کو ان میں واسطے کی حالت نظر آتی تھی۔ وہ مقناطیس یا برقی بار دار جسم کو یہ سمجھتا تھا کہ اس سے خطوط قوت خارج ہو رہے ہیں۔ اب اس نے دیکھا کہ جو خطوط قوت مثبت یا منفی قطبوں یا باروں کو ملاتے ہیں ان میں ایک انقباض فرض کر لیا جائے تو برقی اور مقناطیسی میدانوں کے بہت سے مظاہر کی توجیہہ آسان ہو جاتی ہے۔ بہر حال فیریڈے کے "خطوط قوت" نے وہ قبول عام حاصل کیا کہ جرمنی میں بھی جہاں عمل از فصل کے حامیوں کا گویا مورچہ تھا۔ فیریڈے کے خیالات قبول ہونے لگے۔

---

[۵۱] Specific Inductive Capacity

قوۃ

نظری طبیعیات میں قوۃ کا مفہوم بہت کام میں لایا گیا ہے۔ اس کی طبیعی بنیادیں گویا اسی صدی میں ڈالی گئیں۔ اس کی ابتدا تو ریاضی دانوں کی طرف سے ہوئی جن میں لاگرانشر اور لاپلاس پیش پیش ہیں۔ انھوں نے تجاذبی مسائل میں اس مفہوم کو استعمال کیا۔ البتہ مختلف مسائل میں اس اطلاق جارج گرین (۱۷۹۳ء-۱۸۴۱ء) کا رہین منت ہے اس شخص نے برق اور مقناطیسیت کے ریاضیاتی نظریے میں قوۃ کو سب سے پہلے داخل کیا۔ ۱۸۲۸ء میں اس نے ایک مقالہ لکھا۔ انگریزی ریاضی دانوں نے اس کی طرف توجہ نہ کی۔ یہاں تک کہ ۱۸۴۶ء میں لارڈ کلون نے اسے کھود نکالا۔ اس عرصے میں لارڈ کلون، اسٹرم اور گادس وغیرہ نے گرین کے بہت سے عام مسائل دریافت کر لئے تھے۔

قوۃ کی صحیح ریاضیاتی یا طبیعیاتی تعریف کی تفصیلات میں گئے بغیر ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ قوۃ برق کی ایسی ہی صفت ہے جیسی کہ تپش حرارت کے لئے ہے یا ماسکونیات میں پنسال (لیول) ہے۔ اجسام دگر مختلف قوۃ پر ہوں تو ان کی کیفیت ایسی ہی ہوتی ہے جیسے کہ مختلف تپشوں پر جسم یا مختلف پنسالوں پر مائع۔ اگر ایک جسم کسی ایک تپش پر اسی تپش کے دوسرے جسم سے ملایا جائے تو حرارت کا بہاؤ واقع نہ ہوگا۔ لیکن اگر تپشوں میں فرق ہو گا تو بلند تر تپش سے پست تر تپش کی طرف حرارت بہے گی یہاں تک کہ دونوں جسم ایک تپش پر آ جائیں۔ اسی طرح دو جسم ایک ہی برقی قوۃ پر ملائے جائیں تو خواہ ان کی جسامت کچھ ہی کیوں نہ ہوگا۔ لیکن اگر قوۃ مختلف ہونگے تو بلند تر قوۃ سے پست تر قوۃ کی طرف برق گزرے گی یہاں تک کہ دونوں کے قوۃ ایک ہو جائیں۔ پس برق یا برقی بار کے گزرنے کی شرط یہی ہوئی کہ دو جسموں میں اختلاف یا تفاوت قوۃ موجود ہو

اگرچہ قوۃ کے مفہوم کی ابتدا ریاضی میں ہوئی تاہم چونکہ برقی مظاہر کے بیان

اوران کی توجیہ میں اس سے بہت وضاحت پیدا ہوتی ہے اس لئے برق میں اس کو بہت اہمیت حاصل ہے

امالی مشینیں بلند برقی تفاوت قوہ کے پیدا کرنے کی دو ہی صورتیں تھیں ایک تو رمکارت کے پھے کے ذریعہ دوسرے برقی امالی مشینوں کی مدد سے۔ ان مشینوں کی ابتدا تو دولٹا کے برق بردار سے ہوئی۔ اس میں اصلاح وترقی ہوتی رہی۔ اس سلسلے میں بہت سے نام لئے جا سکتے ہیں مثلاً گوٹنگن (جرمنی) کے گیارگ کرسٹاف لشٹبرگ (۱۷۴۲-۱۷۹۹ء) لندن کے ٹبیریس کوالو (۱۷۴۹ء - ۱۸۰۹ء) ولیم نکالسن (۱۷۵۳ء - ۱۸۱۵ء) کاون، ٹوٹپلر، ہولٹس ومشرسٹ وغیرہ

ان مشینوں کی وضع اور تیاری میں سب سے پہلی نمایاں اصلاح وترقی ۱۸۶۵ء میں ہوئی، اس میں دو شخص شریک تھے۔ ایک تو ڈورپاٹ واقع روس کا رہنے والا اے ٹوٹپلر (۱۸۳۶ء - ۱۹۱۲) تھا جو بعد میں ڈرسڈن واقع جرمنی میں پالیٹکنیکم میں پروفیسر ہوگیا۔ دوسرا شخص ڈبلو ہولٹس تھا۔ اس نے جلد اپنی مشین میں اصلاح کرلی۔ ۱۸۷۹ء میں ٹوٹپلر نے دونوں مشینوں کو ملاکر ایک مشین "ٹوٹپلر ہولٹس مشین" کے نام سے تیار کی۔ ۱۸۸۰ء میں برلن کے ایک مستری جے آر۔ داس نے علیحدہ مشین تیار کی۔

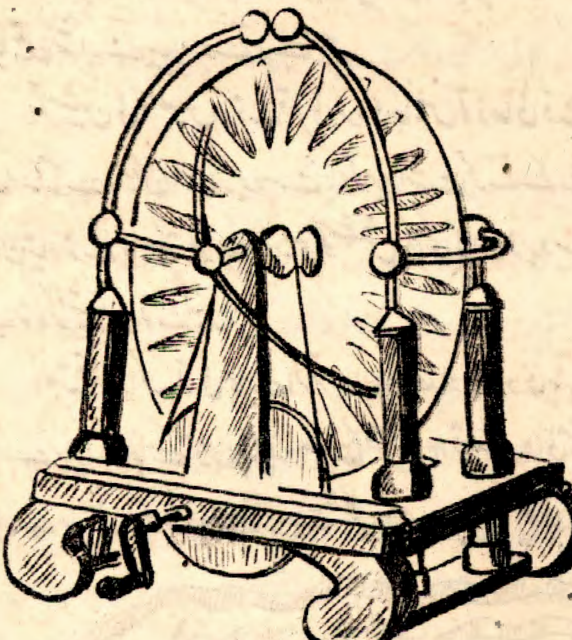
۱۸۸۱ء میں ہولٹس نے رانگ کی فطری پتیاں اور تماسی برش استعمال کئے۔ ۱۸۸۲ء اور ۱۸۸۳ء میں جیمس ومشرسٹ نے علیحدہ اصلاحیں کیں، چونکہ ومشرسٹ کی مشین کا چلن بہت زیادہ ہوا اس لئے مشینوں میں سے ہم اس کے بیان پر

TIBERIUS CAVALLO — GEORG CHRISTOPH LITENTENBURG — ELECTROPHORUS

W. HOLTZ — A. TOPLER — DORPAT — W. NICHOLSON — J.R. VOSS

کفایت کریں گے

اس مشین میں شیشے کی دو مدور قرصیں ہوتی ہیں جو ایک ثابت افقی تکلے پر
اس طرح نصب ہوتی ہیں کہ ایک دوسرے کی مخالف سمتوں میں حرکت کرسکیں
(شکل ۲۰۸) دونوں قرصوں کے درمیان کوئی چوتھائی انچ کے قریب کھا جاتا ہے



شکل ۲۰۸

دونوں پر اچھی وارنش کی جاتی ہر ہر ایک پر مساوی الفاصلہ پتیاں رانگے یا پیتل کی قطروں کی سمت میں لگی رہتی ہیں۔ ہر قرص کے سامنے تکلے میں لگی ہوئی ایک خمیدہ سلاخ لگی رہتی ہے جس کے سروں پر باریک تار کے برش ہوتے ہیں، یہ برش پتیوں کو چھوتے رہتے ہیں۔ دونوں سلاخیں ایک دوسرے کے علی القوائم ہوتی ہیں۔ قرصوں کے بازوؤں میں دو دھاتی کنگھے ایسے ہوتے ہیں جو برقی بار کو جمع کرتے ہیں اور اس لئے جامع کہلاتے ہیں۔ مشین میں دو لیڈن کی مرتبان بھی ہوتے ہیں

جن سے یہ کنگھے ملے رہتے ہیں، ان ہی سے دو گھنڈیدار سرے بھی لگے رہتے ہیں اس مشین کی خوبی یہی ہے کہ اس کو کسی بیرونی شرارے یا امداد کی ضرورت نہیں ہے۔ دستہ کو دو تین مرتبہ گھمانے ہی سے مشین اپنی پوری طاقت پر آجاتی ہے۔ مشین کی قرصیں اگر ۱۰ انچ قطر کی ہوں تو سروں کے درمیان چار یا پانچ انچ کے فصل سے طاقتور شراروں کا ایک سلسلہ قائم ہوجاتا ہے۔ پھر دستہ کی ہر گھوم کے ساتھ دو یا تین شرارے پیدا ہوتے رہتے ہیں

اگر مشین کی قرصیں، ۷ فٹ قطر کی کردی جائیں تو ڈھائی فٹ کا شرارہ پیدا کیا جاسکتا ہے۔ لیکن اس زبردست بار کو برداشت کرنے کے لئے کوئی لیڈنی مرتبان تیار نہ کئے جاسکتے تھے۔ جہاں ایسی کوشش کی گئی کہ ان زبردست باروں کی تاب نہ لاکر مشینیں ٹوٹ گئیں

البتہ قطر بڑا کرنے کی بجائے اگر قرصوں کی تعداد بڑھادی جائے تو زبردست شرارے پیدا کئے جاسکتے ہیں چنانچہ ۳۰ انچ قطر کی ۱۲ قرصوں والی مشین سے جو شرارے حاصل کئے گئے ان کی کیفیت شکل ۸۱ سے واضح ہوگی۔



شکل ۸۱

ڈائینمو کا ارتقاء فیریڈے اور ہنری نے برقی متفناطیسیت کے جو اصول قائم کردئے تھے ان کی بناء پر کوشش یہ جاری تھی کہ کس طرح ان کو عملی طور پر کام میں لایا جائے۔ چنانچہ اس کی صورت یہ ٹھری کہ

ایک ساکن مقناطیس کے قطبوں کے درمیان تار کے ایک لچھے کو گردش دی جائے تو جب اگر مقناطیسی خطوط قوت کو قطع کرے تو لچھے میں ایک رو امالہ پاجاتی ہے اس رو کو جمع کرکے موصلوں کے ذریعہ منتقل کردیا جاتا ہے اور پھر اس سے مختلف کام لئے جاتے ہیں۔

لیکن اس قسم کی جو مشینیں بنائی گئیں ان میں دو نقائص تھے۔ ایک تو یہ کہ مقناطیسی حدت کافی نہ تھی دوسرے یہ کہ برقی رو جو پیدا ہوتی تھی وہ کافی مستقل نہ ہوتی تھی۔

۱۸۵۶ء میں برلن کے ارنسٹ ورنر فان سیمنس (۱۸۱۶ء-۱۸۹۲ء) نے اس میں دو طرح اصلاح کی ایک طرف تو خاص قسم کا آرمیچر[a] استعمال کرکے مقناطیس کے قطبوں کے درمیان طاقتور میدان پیدا کرکے خطوط قوت کو مرتکز کردیا۔ دوسری طرف تار کے لچھوں کو لوہے کی نالیدار ریل پر چڑھادیا۔

۱۸۶۶ء میں ہنری وائلڈ نے مستقل فولادی مقناطیسوں کی بجائے برقی مقناطیس استعمال کئے، اس نے سیمنس کی تین مشینیں لیں جن میں سے دو میں برقی مقناطیس تھے۔ فولادی مقناطیس والی مشین میں جو رو پیدا ہوئی اس سے وائلڈ نے دوسری مشین کے مقناطیسوں کو اکسایا۔ دوسری مشین کے آرمیچر سے جو رو حاصل ہوئی اس سے تیسری مشین کے مقناطیسوں کے اکسانے کا کام لیا اس آخری مشین سے جو رو حاصل ہوئی اس سے تجربے انجام دیئے۔ چنانچہ اس سے ایک برقی لمپ روشن کیا جس نے کافی تیز روشنی دی۔ تمام دیکھنے والے حیرت میں آگئے جب اس روشنی کو محدب عدسے میں سے گزارا گیا تو کاغذ جل اٹھا۔ برقی قوس نے لوہے کے تار کو پگھلادیا۔ طرفہ یہ کہ ۶ میٹر موٹا اور ۶۱ سنٹی میٹر لمبا۔ پلاٹینم کا تار

ARMATURE [a] ERNST WERNER VON SEIMENS [b]

بھی پگھل گیا۔ برقی قوتیں لوگوں کے لئے عجوبہ بن گئی۔ حالانکہ وہ یہ بھول گئے کہ کوئی ۶۰ برس ادھر ڈیوی نے کوئلہ کی سلائیں اور ۲۰۰۰ خانے استعمال کرکے قوس پیدا کی تھی۔

۱۸۶۶ء میں سیمنس نے ایک نئی مشین تیار کی اس میں برقی متفناطیس استعمال کئے جن کے لئے علیحدہ اکسانے والوں کی ضرورت نہ تھی۔ بلکہ جن کو اکسانے کے لئے مشین کے آرمیچر کی رو ہی کافی تھی۔ اس پر کرامول فلیٹ وڈ وار[1] (۱۸۲۸ء-۱۸۸۳ء) و ھیٹون وغیرہ نے بھی کام کیا تھا۔

سمینس کے آرمیچر میں پچھے ایک اسطوانے کے گرد لپٹے رہتے ہیں۔ ۱۸۶۱ء میں فلارنس کے انٹونیو پاچینوٹی[2] (۱۸۴۱ء-۱۹۱۲ء) نے ایک دوسرا آرمیچر ایجاد کیا تھا۔ پیرس کے زینوب تھیوفل گرام[3] (۱۸۲۶ء-۱۹۰۱ء) نے ۱۸۷۰ء میں اس کو علیحدہ ایجاد کیا تھا۔ اس کے بعد سے ڈائنیمو کی ساخت میں برابر ترقیاں ہوتی گئیں۔ یہاں تک کہ ان میں کمال حاصل کیا گیا۔

برقی روشنی ڈائنیمو کی ترقی کی وجہ سے برقی روشنی ممکن ہو گئی۔ گھروں میں روشنی کے لئے قوسی روشنی موزوں نہ تھی۔ اس سے کم روشنی درکار نہ تھی اس لئے ۱۸۷۷ء سے لے کر ۱۸۸۰ء تک موجد اس مسئلے پر غور کرتے رہے اور بالآخر کامیاب ہوئے۔ اس سلسلے میں جو نام پیش پیش ہیں

سر جوزف[4] دلسن سوین۔ باشندہ انگلستان۔ ۳۱ اکتوبر ۱۸۲۸ء کو بمقام سنڈرلینڈ پیدائش ہوئی۔ برقی روشنی اور عکاسی میں نام پیدا کیا۔ ۱۸۶۰ء میں کاربن کے سوت والا لمپ تیار کیا۔ عکاسی کی خشک پلیٹیں اور برومائڈ کاغذ اسی

---

[2] Antonio Pacinotti [1] Cromwell Fleetwood Varley

[4] Sir Joseph Wilson Swan [3] Zenobe Theophil Gramme

موجد کی یادگار ہیں۔ ۱۹۰۴ء میں سر کا خطاب ملا۔ ۲۷ مئی ۱۹۱۴ء کو انتقال کیا۔
سر ہیرام اسٹیونس میکسیم[۱] ۔ امریکی نژاد موجد۔ پیدائش ۵ فروری ۱۸۴۰ء کی ہے۔ ابتدائی میں انجینئرنگ کا اچھا تجربہ حاصل ہوا۔ بھاپ اور برق سے متعلق اچھے انکشافات کئے انگلستان میں رہ کر وطنیت تبدیل کردی۔ ۱۹۰۱ میں سر کا خطاب ملا۔ ایک بندوق (میکسیم گن) کی ایجاد نے نام بہت مشہور کردیا۔ ۲۴ نومبر ۱۹۱۶ء کو انتقال کیا۔

ٹامس آلوا ایڈیسن[۲]، امریکی موجد۔ ۱۱ فروری ۱۸۴۷ء کو بہ مقام میلان واقع اوہیو امریکہ پیدائش ہوئی۔ ایڈیسن میں ولندیزی اور اسکاچی خون کی آمیزش تھی۔ ابتدا میں تار برقی میں ترسیل کا کام کیا۔ ۱۸۷۰ء سے ۱۸۷۱ء تک دی لاگولڈ انڈکیٹر کمپنی کے سپرنٹنڈنٹ کی حیثیت سے کام لیا۔ لیکن ایجادی صلاحیتیں اب نمایاں ہوگئیں۔ چنانچہ کوئی ایک ہزار ایجادیں ایڈیسن سے منسوب ہیں۔ مرنے سے قبل ایک ایسے آلے کی ایجاد میں مصروف تھا جس سے روحوں سے نامہ و پیام ہو سکے۔ ۱۸ اکتوبر ؁ کو اس نے انتقال کیا۔

ان کے علاوہ لین فاکس[۳]، ولیم ایڈورڈ سایر[۴]، البن پی مین[۵] کے نام بھی اس سلسلے میں کافی شہرت رکھتے ہیں۔

ابتدائی تجربوں میں پلاٹینم کا تار استعمال کیا گیا۔ تاکہ وہ برقی رو کے گزرنے پر سفید گرم ہوجائے ۱۸۷۸ء میں ایڈیسن ایسی ہی کوششوں میں مصروف تھا۔ اریڈیم بھی استعمال کیا گیا مگر پگھل جانے کا خطرہ دونوں کے ساتھ لگا رہا۔ اس زمانے میں نیویارک کے سایر اور مین نے نباتاتی اشیاء سے کاربنی ریشہ تیار کرنے کی کوشش کی۔ ریشے کو جلنے سے بچانے کے لئے انھوں نے روشنی کے گلوب کو نائٹروجن سے

---

[۱] Sir Hiram Stevens Maxim
[۲] Thomas Alva Edison
[۳] Lane Fox
[۴] W. Edward Sawyer
[۵] Albon P. Man

بھر دیا۔ لیکن اس میں کامیابی نہیں ہوئی ۱۸۷۹ء میں لین فاکس کو یقین ہوگیا کہ لمپوں کے لئے پلاٹینم اور ریڈیم بالکل بے کار ہیں۔ اس لئے اس نے نباتی ریشے کو کاربن دار بنا کر استعمال کیا۔ لیکن فروری ۱۸۷۹ء میں سوین نے ایسے لمپ کی نمائش کی جس میں خلا تھا اور کاربنی سوت استعمال کیا گیا تھا اس کامیابی کو دیکھ کر ایڈیسن نے بھی پلاٹینم ریڈیم کا خیال چھوڑ دیا۔ چنانچہ اکتوبر ۱۸۷۹ء میں اس نے ایک لمپ ایجاد کرلیا جو خلائی لمپ تھا اور جس میں کاجل اور تارکول سے ریشہ بنایا گیا تھا۔

جنوری ۱۸۸۰ء میں سوین نے گندھک (سلفیورک) ترشہ میں بھگو کر اور پھر کاربن دار بنا کر سوتی تلگے سے ریشہ تیار کیا۔ ایڈیسن نے لمپوں کے لئے مناسب ریشے کی تلاش میں جنوبی امریکہ اور مشرق بعید میں لوگ بھیجے۔ چنانچہ ۱۸۸۰ء میں کاربن دار بانس کی ایک پتی کو ریشے کے طور پر استعمال کیا۔

اس زمانے میں مختلف موجدین کے درمیان مسابقت اتنی زبردست ہوگئی تھی کہ جہاں کوئی نیا لمپ ایجاد ہوا تو بہت سے مقدمے حفاظت حقوق کے سلسلے میں دائر ہوجاتے۔

برقی موٹر

ڈائینمو وہ مشین ہے جو حرکت کو برق میں تبدیل کردیتی ہے اور موٹر وہ مشین ہے جو برق کو حرکت میں تبدیل کردے۔ دونوں مشینیں ایک دوسرے کا عکس ہیں لیکن اس امر کا انکشاف ایک ہی مشین دونوں طرح پر کام میں لائی جاسکتی ہیں۔ ۱۸۵۰ء میں مارٹس ہرمن یعقوبی[1] (۱۸۰۱ء - ۱۸۷۴ء) ایک جرمن ماہر طبیعیات نے کیا تھا۔

ایک ڈائینمو کو بطور مبدۂ برق اور ایک کو بطور موٹر استعمال کرکے طاقت کو منتقل کرنے کا اصول سب سے پہلے ۱۸۷۳ء میں ویانا کی نمائش میں دکھلایا گیا تھا

---

[1] MORITZ HERMANN JACOBI

اس کے بعد سے اب تک موٹروں کی وضع قطع میں بہت کچھ تبدیلیاں ہو گئی ہیں۔ فلاڈلفیا میں ایک نمائش ۱۸۷۶ء میں منعقد ہوئی اس میں گرام کی دو مشینیں رکھی گئیں ان میں سے ایک کو جامعہ پنسلوانیا نے خریدا اور دوسری کو جامعہ پرڈیو نے۔ امریکہ میں بہت کچھ تجربے کرنے کے بعد ۱۸۷۹ء میں برلن کی صنعتی نمائش میں سب سے پہلی برقی ریلوے سیمنس اور ہالسکے کے کارخانے نے چلائی

برق اور روشنی ہم اوپر برقی روشنی پر بحث کر چکے ہیں۔ قدرتاً یہ سوال پیدا ہوتا ہے کہ برق اور روشنی میں کیا علاقہ ہے یہ سوال فیرڈے کے ذہن میں بھی پیدا ہوا، اس نے اس کا جواب دینے کی کوشش کی۔ تجربے انجام دیئے کوئی راہ نظر نہ آئی۔ برق یا مقناطیسیت سے روشنی کا راست تعلق دریافت کرنا تھا کوئی اور ہوتا تو ناکامی سے گھبرا کر تحقیق چھوڑ بیٹھتا لیکن فیرڈے برابر تجربے کرتا رہا۔ بالآخر ۱۸۴۵ء میں اسے کامیابی حاصل ہو کر رہی۔ "اپنی تجرباتی تحقیقات" میں وہ لکھتا ہے کہ میں نے بالآخر ایک مقناطیسی منحنی یا خط قوت کو منور کرنے اور ایک خط نور کو مقناطیسنے میں کامیابی حاصل کرلی۔

ایک بڑے مقناطیس سے اس نے ایک زبردست مقناطیسی میدان پیدا کیا اس میدان میں بھاری شیشے کا ایک ٹکڑا رکھا۔ اس ٹکڑے میں سے فیرڈے نے مقطب روشنی کی ایک شعاع گزاری۔ ایک نکولی منشور کی مدد سے پتہ لگا کر مقناطیس نے روشنی کی موج میں مروڑ پیدا کر دیا۔ جس سے نوری ارتعاش ایک دوسرے مستوی میں ہونے لگے۔ فیرڈے لکھتا ہے کہ "یہ خاصیت نہ صرف بھاری شیشے میں ہے بلکہ ٹھوس مائع، ترشے، قلی، تیل، پانی، الکوہل، اور ایتھر سب میں یہ خاصیت پائی جاتی ہے اس تجربے سے مقناطیس اور روشنی کے درمیان ایک علاقہ ظاہر ہوا۔ اس پر برطانوی فلسفی و سائنس داں ولیم وہیول[1] (۱۷۹۴ - ۱۸۶۶ء) نے فیرڈے کو لکھا کہ

[1] William Whewell

میں یہ باور کرنے سے باز نہیں رہ سکتا کہ تعمیم کی سیڑھی پر یہ ایک اور قدم ہے جو آپ نے اُٹھایا ہے اور جس پر آپ اس قدر بلند پہنچ گئے ہیں اور جہاں آپ اس قدر مضبوطی سے قائم ہیں۔"

نکولی منشور سر ولیم نکول[1] کی طرف منسوب ہے۔ ۱۸۲۸ء میں نکول نے اس منشور کو ایجاد کیا تھا۔ آئس لینڈ اسپار کی ایک قلم کو ایک خاص زاویہ اور خاص محور پر کاٹا جاتا ہے۔ پھر دونوں کو کناڈا بلسم (روغن بلساں) سے جوڑ دیا جاتا ہے۔ اس طرح جو منشور تیار ہوتا ہے وہ تقطیب انگیزی اور پھر اس تقطیب کی تشریح کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

فیریڈے کے ذہن میں ایک سوال اور بھی پیدا ہوا تھا۔ وہ یہ کہ مقناطیسی خواص لوہے اور نکل ہی میں کیوں پائے جاتے ہیں، دوسری اشیاء میں کیوں نہیں پائے جاتے۔ اس کے خیال کے بموجب مقناطیسی خواص سب اشیا میں پائے جانے چاہئے۔ پس اپنے زبردست مقناطیسوں اور بھاری شیشے کی مدد سے اس نے اس خیال کی بھی تائید چاہی۔ اُسے معلوم ہو چکا تھا کہ بلند تر تپشوں پر لوہے کی مقناطیسیت کم ہو جاتی ہے۔ اس لئے اُسے شبہ ہوا کہ دوسری دھاتیں پست تپشوں پر مقناطیسیت دکھلائیں گے۔

بنا بریں ۱۸۳۶ء میں اس نے دھاتوں کو -۵۰° تک سرد کیا، لیکن نتیجہ برآمد نہ ہوا۔ ۱۸۳۹ء میں اس نے یہ تجربے دُہرائے۔ پھر بھی کامیابی نہ ہوئی ۱۸۴۵ء میں اس نے مقناطیسی اشیاء میں کوبالٹ کو شامل کر لیا۔ ۱۸۴۶ء میں اس نے عالم نتیجہ شائع کیا۔

۴ رنومبر ۱۸۴۵ء کو اس نے ایک تجربہ یوں انجام دیا کہ اپنے نئے برقی

---

[1] Sir William Nicol

مقناطیس کے قطبوں کے درمیان بھاری شیشے کی ایک سلاخ کو ریشم کے ڈورے سے لٹکایا۔ مقناطیس کو ڈگمگانے پر مشاہدہ کیا گیا کہ شیشے کو قطب دفع کرتے ہیں یہاں تک کہ سلاخ استوائی وضع اختیار کر لیتی ہے۔ پھر فیریڈے نے دوسری اشیاء کے ساتھ تجربہ کو دُہرایا تو اُسے معلوم ہوا کہ تمام مائع اور ٹھوس جذب یا دفع ہوتے ہیں بشرطیکہ کافی مقناطیسی طاقت استعمال کی جائے۔ گندھک ربر، اسپ طوس، انسانی جسم کی یاقت ان سب میں دفع واقع ہوتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ اگر کوئی شخص مقناطیسی میدان میں موجود ہو تو وہ گھوم کر مقناطیسی خط کے علی القوائم قائم ہو جائے گا۔ ایسی اشیاء کم مقناطیسی[لہ] کہلاتی ہیں۔ اس سے پیشتر بھی لوگوں نے اس سلسلے میں کچھ تجربے انجام دیئے تھے لیکن فیریڈے کو اس کی خبر نہ تھی۔ جو اشیاء مقناطیسی خط کی سمت میں قائم ہوں ان کو پُر مقناطیسی[لہ] اشیاء کہتے ہیں۔ ان اصطلاحات کو وضع کرتے وقت فیریڈے نے وہیول سے مشورہ کیا۔ اس نے ۱۸۵۰ء میں یوں ایک خط میں لکھا کہ "مجھے خوشی ہے کہ آپ کو نئے الفاظ کی ضرورت رہتی ہے، کیونکہ اس ضرورت سے پتہ چلتا ہے کہ آپ نئے خیالات کا تعاقب کر رہے ہیں......

اس سلسلے میں یہ واقعہ دلچسپی سے خالی نہیں کہ ۱۸۵۳ء میں لندن میں تین ہوشیار بازیگر آئے۔ اُنھوں نے میز گھمانے کا ایک تماشا دکھلایا۔ لوگ بہت متحیّر ہوئے۔ کسی نے کہا کہ یہ کیفیت برق کی مدد سے پیدا کی گئی ہے۔ کوئی کہتا کہ مقناطیس اس کا سبب ہے۔ کوئی کہتا کہ کوئی غیر معلوم طبیعی سبب پیدا ہو گیا ہے جو بے جان اشیاء پر اثر ڈالتا ہے۔ مسئلہ فیریڈے کے سامنے پیش ہوا۔ اس نے اس پر غور کیا۔ اس کو لکھنا پڑا کہ "میں نے جب اس مسئلے پر غور کیا تو ان بازیگروں

لہ Paramagnetic & Diamagnetic

کا گویا تختہ اُلٹ دیا۔میں ایسا نہ کرتا لیکن اسقدر کثرت سے مجھے استفسارات وصول ہوئے ہیں کہ اس طُغیانی کو روکنے کی واحد ترکیب یہی سمجھ میں آئی کہ سب کو بتادوں کہ میری رائے کیا ہے۔ جہاں تک انسانی ذہن کا تعلق ہے ہماری دُنیا کیسی کمزور، زود اعتقاد، دیر یقین، بے عقیدہ، توہم پرست، جری، خوف زدہ اور مضحکہ خیز ہے۔"

فیریڈے ایسے لوگوں کی شکایت کرتا ہے جو ان نتائج کو "ایک غیر معروف طبیعی قوّت کی طرف منسوب کرتے ہیں اور اس کے دریافت کرنے کی زحمت گوارا نہیں کرتے کہ معلومہ قوّتیں توجیہ کے لئے کافی ہیں یا نہیں۔ بعض انکو شیطانی یا فوق الفطرت قوّتوں کی طرف منسوب کرتے ہیں۔ اور اس امر کے اعتراف میں تامّل کرتے ہیں کہ وہ خود اس نوعیت کے مسائل میں فیصلہ دینے کے اہل نہیں ہیں میرے نزدیک اُس نظامِ تعلیم میں کسی نہ کسی بُنیادی اُصول کا فقدان ہے جو عوام کے ذہنوں کو اس حالت میں چھوڑ سکتا ہے جس میں وہ اس مسئلے کی وجہ سے ظاہر ہوئے۔"

روشنی کا برقی مقناطیسی نظریہ امپیر کے زمانے سے کئی نئے برقی نظریے قائم کیے گئے۔ ابتدائی نظریوں میں برق گزار کے عمل کو نظر انداز کیا گیا۔ ایک یا دو سیالوں کے وجود کو تسلیم کیا گیا اور اُصول استمرار توانائی سے کوئی سروکار ہی نہیں رکھا۔ لیکن فیریڈے کا خاص کارنامہ یہی ہے کہ اس نے واسطے کی اہمیت کو محسوس کر لیا۔ جب کوئی رو مقناطیسی سوئی کو متصرف کرتی ہے یا کسی غیر واصل دور میں رو امالہ کرتی ہے تو اس کی توجیہ کیلئے دو ہی صورتیں ہو سکتی ہیں۔ ایک تو یہ کہ ہم "عمل از فصل" کو تسلیم کر لیں یا پھر درمیانی واسطے میں کسی ایسی شے کو تسلیم کریں جو ان اثرات کو منتقل کرتی

ہے۔ فیریڈے نے یہ دوسرا نقطہ نظر ہی اختیار کیا۔ اس طرح خطوط قوت وجود میں آئے۔ جن کو وہ فضا میں آزادانہ چلتا مانتا تھا۔

فیریڈے کے دن طبیعی خیالات کو ریاضی کی شکل میں میکسول نے پیش کیا۔

جیمس[1] کلارک میکسول ۱۸۳۱ء میں بمقام ایڈنبرا پیدا ہوا۔ ابتدا ہی سے اس کو ترقی کے مواقع حاصل رہے۔ اور ریاضیاتی اور طبیعی تحقیق کے لئے اسی کی صلاحیتیں بھی شروع سے ہی ظاہر ہونے لگی تھیں۔ چنانچہ پندرہ



[1] James clerk Maxell

برس کی عمر تھی کہ اس نے بیضوی منحنیوں پر ایک مقالہ شائع کیا۔

۱۸۴۷ء میں میکسول کی ملاقات نکول سے ہوئی۔ اس لئے میکسول کو بھی منقطب روشنی سے دلچسپی پیدا ہو گئی۔ ایک ہمعصر پروفیسر کیمپبل نے میکسول کی سوانحعمری میں یوں لکھا ہے کہ "ایڈنبرا کی اکادمی میں تعلیم جاری رکھنے، اور ضروریات زمانہ سے کماحقہ' واقف رہنے کے لئے مناسب سمجھا گیا کہ طبعی سائنس کے درسوں میں شرکت کی جائے۔ (ان درسوں میں پی۔ جی۔ ٹیٹ کی بھی شرکت رہتی تھی) ایک اُستاد ایک کتاب سے یہ درس دیتے تھے۔ مجھے جو بات اچھی طرح یاد ہے وہ یہ ہے کہ ان درسوں میں ایسا معلوم ہوتا تھا کہ میکسول اور ٹیٹ دونوں اُستاد سے زیادہ جانتے ہیں"۔

۱۸۴۷ء کے اواخر میں میکسول جامعہ ایڈنبرا میں داخل ہوا۔ ریاضی میں کیلانڈ سے درس لئے، طبیعیات میں جے، ڈی، فاربس سے اور منطق میں سرولیم ہیملٹن سے۔ فاربس نے اس کو اجازت دے دی کہ تجربوں کے لئے تجربہ خانے کا سامان جس طرح چاہے استعمال کرے۔ چنانچہ میکسول بغیر کسی مدد یا نگرانی کے طبیعی اور کیمیاوی سامان سے تجربے کرتا رہا۔ اور کتب خانہ میں سائنس پر جتنی کتابیں ملیں وہ تو سب چاٹ ہی ڈالیں۔

۱۸۵۰ء میں میکسول جامعہ کیمبرج میں داخل ہوا۔ اس زمانے میں میکسول اشعار بھی کہا کرتا تھا۔ ان میں جو مزاح ہوتا تو سب سے زیادہ خود ہی اس سے لطف لیتا۔ بعد میں بھی اس کی یہ عادت قائم رہی۔

۱۸۵۶ء میں ایبرڈین کے ماریشال کے کالج میں طبیعیات کا پروفیسر مقرر ہوا۔ ۴ برس بعد ۱۸۶۰ء طبیعی خطوط قوت پر مقالے شائع کئے جن میں اس نے

Sir William Hamilton ك J.D. Forbes ك Kelland ك

فیریڈے کے نظریوں کو ریاضی کے قالب میں ڈھال لیا۔ کہیں کہیں اس نے فیریڈے کی اصطلاحیں بدل بھی دیں۔ چنانچہ فیریڈے جس کو برقی گزاری تقطیب کہتا تھا، اسی کو میکسول برقی نقل مکانی کہتا ہے۔ اسی نقل مکانی میں تغیر کو وہ برقی رو کہتا ہے۔ بعد میں ہرتس نے ان خیالات کی تجربے سے تائید کی۔

۱۸۶۳ء میں میکسول نے اپنا مشہور و معروف برقی مقناطیسی نظریہ نور پیش کیا۔ اس نے نظری طور پر ثابت کیا کہ برقی ایصال میں ہر تغیر اثیر میں ہیجان پیدا کر دیتا ہے جو فضا میں نور کی رفتار سے چلتا ہے۔ چنانچہ ۱۸۷۳ء میں اس نے اپنی مشہور کتاب "کتاب البرق والمقناطیس" شائع کی۔ اس میں وہ لکھتا ہے کہ "فضا میں مقناطیسی واسطے کی لچک وہی ہے جو نور بردار واسطے کی ہے۔" اس سے بالآخر یہی نتیجہ نکالا ہے کہ برقی مقناطیسی مظاہر اور نوری مظاہر دونوں ایک ہی واسطے میں وقوع پذیر ہوتے ہیں اس لئے دونوں نوعیت میں ایک ہی ہیں۔

میکسول کی یہ کتاب بڑے معرکہ کی کتاب ثابت ہوئی۔ اس کا سمجھنا ہر شخص کے بس کی بات نہ تھی اور نہ اب ہے۔ ایک فرانسیسی ریاضی داں ژولے آنری پوانکارے (۱۸۵۴ء-۱۹۱۲ء) نے لکھا ہے کہ "ایک فرانسیسی عالم نے جس نے میکسول کا اچھا مطالعہ کیا تھا، مجھ سے یہ کہا کہ میں کتاب کی ہر بات سمجھ گیا لیکن یہ سمجھ میں نہ آیا کہ برق کے باردار جسم سے کیا مطلب ہے۔" خود ہرتس، جو گویا میکسول کا شارح ہے، لکھتا ہے کہ "بہت سے لوگوں نے میکسول کا مطالعہ بڑے ذوق و شوق سے شروع کیا۔ راہ میں نامانوس ریاضیاتی دقتوں سے سابقہ نہ پڑنے پر بھی کوئی بھی ایسا نہیں جس نے میکسول کے خیالات کا ہم آہنگ تصور قائم کرنے میں کامیابی حاصل کی ہو۔ خود مجھ پر بھی یہی کیفیت گزری۔"

Electric Displacement[1] Dielectric Polarisation[1]
Jules Henri Poincare[2]

برقی مقناطیسی موجیں

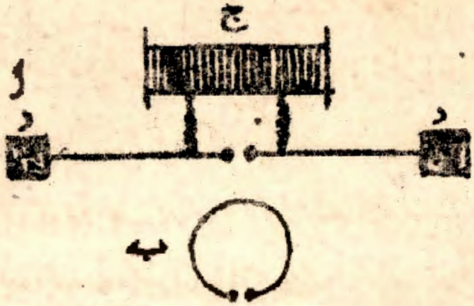
میکسول نے جو نظریہ قائم کیا تھا وہ کسی مشاہدہ کردہ واقعات کی تردید نہ کرتا تھا۔ لیکن شہادت قطعی اس کی تائید میں حاصل نہ تھی۔ اس کمی کو ہرتس نے پورا کیا۔

ہائنرش[1] رُوڈالف ہرتس، ۱۸۵۷ء میں ہامبرگ میں پیدا ہوا۔ ابتدائی تعلیم کے بعد اس نے انجینئر بننا چاہا۔ بیس برس کی عمر میں اس کی زندگی میں انقلاب واقع ہوگیا۔ "عمل" کا میدان چھوڑ کر "علم" کے میدان میں آگیا۔ چنانچہ وہ برلن چلا گیا جہاں اس نے ہلمہولٹس کی شاگردی اختیار کی۔ یہاں کیل[2] میں خانگی مدرس[3] (بعض جرمن جامعات کے معلم یا مدرس جن کی تنخواہ اجرت تعلیم سے ادا کی جاتی تھی) ہوگیا۔ ۱۸۸۵ء میں کارلس روہے[4] کے فنی مدرسہ میں طبیعیات کا پروفیسر مقرر ہوگیا۔ یہیں رہ کر اس نے وہ تجربے انجام دیے جو اس کی دوامی شہرت کا باعث ہیں۔ ۱۸۸۹ء میں وہ بان میں کلاوسیس کا جانشین مقرر ہوا۔ اس طرح ۳۲ سال کی عمر میں وہ ایسے مقام پر پہنچ گیا جہاں دوسرے بہت بعد میں پہنچتے ہیں۔ ۱۸۹۲ء سے اس کی صحت خراب ہونا شروع ہوئی تو پھر اس کو صحت نصیب نہیں ہوئی۔ بالآخر ۱۸۹۴ء میں عین عالم جوانی میں انتقال کیا۔

۱۸۸۷ء میں میکسول کی موجوں کو عملی طور پر دکھلانے میں ہرتس نے کامیابی حاصل کی۔ اس کے لئے اُس نے بہت سادہ سا سامان استعمال کیا۔ جب شکل ۱۸۲ ایک اہتزازیہ[5] دکھلایا گیا ہے جو ایک اُکسانیا[6] ا اور گمگیا[7] ب پر مشتمل ہوتا ہے۔ گمگیا تو صرف ایک تار ہوتا ہے جو حلقے کی شکل میں موڑ دیا جاتا ہے۔ دونوں سروں پر دو دھاتی گھنڈیاں ہوتی ہیں،

Privat Dotzent [3] Kiel [2] Heinrich Rudolf Hertz [1]

Resonator [7] Exciter [6] Oscillator [5] Karlsruhe [4]



شکل ۱۲۲

جن کے درمیان فصل کوئی نصف انچ رکھا جاتا ہے۔ البتہ "اُکسیا" ایک امالی لچھے ج پر مشتمل ہوتا ہے جس کے سرے دو تاروں سے ملے ہوتے ہیں جیسا کہ شکل سے واضح ہے۔ ان تاروں کے ایک سرے پر گھنڈی ہے اور دوسرے سرے پر ایک تختی د ہے۔ گمگیا اُکسیا سے کچھ فاصلے پر رکھا جاتا ہے۔ جب رو جاری کی جاتی ہو تو گمگیے کے فصل پر سے ایک شرارہ گزر جاتا ہے۔ ہرتس نے یہ ثابت کیا کہ اُکسیا سے گمگیا تک جو موجیں چلتی ہیں اُن کی رفتار نور کی رفتار ہوتی ہے۔ ان موجوں میں سوائے رویت پذیری کے باقی سب خواص روشنی کے ہوتے ہیں۔ یعنی ہرتس نے ان میں انعکاس، انعطاف، انکسار اور تقطیب سب کچھ دکھا دیا۔ یہی وجہ ہے کہ ان کو ہرتسی موجیں بھی کہتے ہیں۔ ان کے متعلق ہرتس نے لکھا ہے کہ "ان تجربوں کا مقصد فیریڈے میکسول نظریے کے بنیادی دعووں کی جانچ تھی۔ ان تجربوں نے نظریے کے بنیادی دعووں کی تصدیق کر دی۔" اس طرح برق نے گویا نور اور اشعاعی حرارت کے علاقوں کو بھی اپنے علاقے میں شامل کر لیا۔

جب ہرتس نے اپنے نتائج شائع کئے تو اُسے علم ہوا کہ انگریز بھی کچھ اسی انداز پر تجربے کر رہے تھے۔ چنانچہ وہ لکھتا ہے کہ "یہاں مجھے یہ عرض کرنے کی اجازت دی جائے کہ دو انگریز ماہروں نے بھی، اسی مقصد کے تحت جو میرے
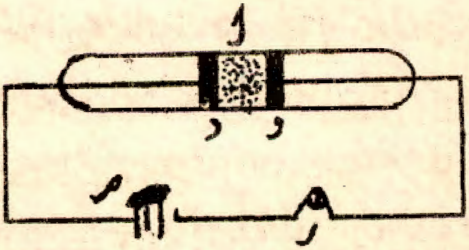
پیش نظر تھا، کام کیا ہے۔ جس سال میں نے مذکورہ بالا تحقیق کی ہے اسی سال پروفیسر اولیور یوسف لاج نے لورپول میں بجلی گیر کے نظریے کی تحقیق کی۔

اولیور لاج کی پیدائش بمقام پنکھل واقع اسٹیفورڈ شائر انگلستان تاریخ ۱۲ر جون ۱۸۵۱ء ہوئی۔ ۱۸۷۹ء میں وہ یونیورسٹی کالج میں ریاضی کا مددگار پروفیسر مقرر ہوا۔ ۱۸۸۱ء میں لورپول میں طبیعیات کی پروفیسری پر فائز ہوا۔ ۱۹۰۰ء میں برمنگھم میں جامعہ قائم ہوئی تو وہ اس کا پہلا پرنسپل مقرر ہوا۔ جہاں وہ ۱۹۱۹ء تک رہا۔ ۱۹۰۲ء میں اس کو سر کا خطاب ملا۔ ۱۹۱۳ء میں وہ برٹش ایسوسی ایشن کا صدر تھا۔ طبیعیات میں اپنی تحقیق سے شہرت حاصل کی۔ پھر روحانیات کی طرف توجہ کی تو اس میں بھی کمال حاصل کیا۔ متعدد تصنیفیں یادگار چھوڑیں۔ ۱۹۴۰ء میں انتقال کیا۔

ہرتس مزید لکھتا ہے کہ "بجلی گیر کی تحقیق کے سلسلے میں اس (لاج) نے چھوٹے مکثفوں کے اخراج پر تجربوں کا ایک سلسلہ انجام دیا۔ اس کی وجہ سے تاروں میں اہتزازوں اور موجوں کے مشاہدے کی نوبت آگئی۔ چونکہ وہ (لاج) میکسول کے نظریے کو بالکلیہ قبول کر چکا تھا اور اُس کی تصدیق کی فکر میں تھا اس لئے اگر میں نے پہلے ہی نہ دریافت کر لیا ہوتا تو اس میں شبہ نہیں کہ وہ ہوا میں موجوں کے مشاہدے میں کامیاب ہو جاتا......... ڈبلن میں پروفیسر فزجرال نے چند برس پیشتر یہ پیشین گوئی کی تھی کہ ایسی موجیں پائی جا سکتی ہیں...... ان ماہرین کی تحقیقات کا میرے تجربوں پر کوئی اثر نہیں پڑا کیونکہ میں ان سے بعد میں واقف ہوا۔"

Fitzgerald ۲ Sir Oliver Joseph Lodge ۱

ہرتس نے اپنے نتائج کا اعلان کیا ہی تھا کہ برقی مقناطیسی اشعاع کے شناخت کے لئے کئی چیزیں آزمائی گئیں۔ چنانچہ مینڈک کی ٹانگیں، جو برقی رو کی گویا بنیاد ہیں، سب سے پہلے آزمائش میں آئیں لیکن نتائج بہت ہمت شکن نکلے۔ پھر گائسلر کی چھوٹی نلیاں کام میں لائی گئیں۔ ان نلیوں کو گھگیے کے شراری فصل میں رکھا گیا تھا۔ یہ بھی کارآمد ثابت نہ ہوئیں۔ بالآخر ۱۸۹۰ء میں پیرس کے پروفیسر ادوار برانلی نے اس مشکل کو حل کیا۔ یہ بھی کہا جاتا ہے کہ او لیور لاج نے بھی علٰحدہ طور پر اس کو حل کیا۔ بہر حال برانلی نے یہ انکشاف کیا کہ جب برقی شرارہ پیدا کیا جاتا ہے تو برقی مقناطیسی خلل واقع ہوتا ہے۔ اس کی وجہ سے فاصلے پر رکھے ہوئے لوہچون کی موصلیت بدل جاتی ہے۔ برانلی نے جو آلہ استعمال کیا تھا اُس میں شیشے کی ایک نلی ا (شکل ۸۳) تھی جو دونوں طرف سے بند تھی۔ اس میں دو دھاتی ڈاٹیں د، د لگی تھیں۔ ہر ایک سے ایک تار لگا تھا اور چہ م اور ر دیما ر کے ذریعہ دور پورا کیا گیا تھا۔



شکل ۸۳

ڈاٹوں کے درمیان باریک لوہچون رکھا گیا۔ برانلی نے یہ مشاہدہ کیا کہ برقی رو کی راہ میں دھاتی ذروں کی مزاحمت اس وقت بہت کم ہو جاتی ہے جبکہ آس پاس امالی لچھے سے شرارہ پیدا ہو رہا ہو۔ ۱۸۹۴ء میں لاج نے اس آلے کا نام اتصال آور رکھا۔ کیونکہ خیال تھا کہ برقی رو کے زیر اثر ذرّے ایک

Cohexrer　ar　Edouard Branly　al

دوسرے سے اتصال چاہتے ہیں۔

مختلف قسم کے اتصال آور ایجاد ہوتے رہے۔ چنانچہ اطالوی بحریہ میں جو اتصال آور استعمال ہوتا تھا اُس میں بجائے لوہچون کے پارے کا ایک قطرہ استعمال کیا گیا جو کاربن کی ڈاٹوں کے درمیان رکھا گیا تھا۔ جب موجیں نلی پر واقع ہوتی تھیں تو پارے اور ڈاٹ میں اتصال پیدا ہو جاتا تھا۔ اور موجوں کے بند ہونے پر یہ اتصال ختم ہو جاتا تھا۔

مقناطیسی نظریئے

مقناطیسیت سے متعلق آمپیر نے ایک نظریہ پیش کیا تھا اس کا خیال تھا کہ تمام مقناطیس رووں کا محض مجموعہ ہوتے ہیں۔ اس نے یہ مفروضہ قائم کیا کہ ہر سالمے کے گرد ایک ننھی سی رو ہمیشہ بہتی رہتی ہے۔

چونکہ عملی طور پر اس کی تائید نہ ہو سکی اس لئے اس کو ترک کر دیا گیا۔ پھر دوسرے نظریے میدان میں آئے۔ چنانچہ سیمیوں[1] دینی پواساں (۱۷۸۱ء-۱۸۴۰ء) نے یہ خیال پیش کیا کہ جب مقناطیسی میدان عمل کرتا ہے تو ہر سالمہ مقناطیس بن جاتا ہے۔ ولہلم[2] ویبر (۱۸۰۴ء-۱۸۹۱ء) نے انفرادی ذرّوں کو مستقل طور پر مقناطیسی سمجھا لیکن مقناطیسیت کی توجیہ کی کوئی کوشش اس نے نہیں کی۔ اس کے نزدیک سخت فولاد کے سالموں کے درمیان کسی نہ کسی قسم کی فرک پائی جاتی ہے جو مقناطے ہوئے فولاد کے ذرّوں کو پھر بے ترتیب ہونے سے روکتی ہے۔ ایونگ نے اس میں ترمیم کی۔

جیمس[3] الفرڈ ایونگ اسکاچستان کا باشندہ تھا۔ ۲۷ر مارچ ۱۸۵۵ء کو

---

[1] Simeon Denis Poisson
[2] Wilhelm Weber
[3] James Alfred Ewing

بمقام ڈنڈی پیدائش ہوئی۔ جامعہ ایڈنبرا میں تعلیم پائی۔ پھر لارڈ کلون کی مددگاری سپرد ہوئی۔ ۱۸۷۸ء میں ٹوکیو میں انجینیرنگ کی پروفیسری پر تقرر ہوا۔ ۱۸۸۳ء تک یہ خدمت انجام دی۔ ۱۸۸۳ء سے ۱۸۹۰ء تک جامعہ ڈنڈی میں پروفیسری پر تقرر رہا۔ ۱۸۹۰ء میں کیمبرج میں اطلاقی میکانیات کی پروفیسری پر تقرر ہوا۔ ۱۹۰۳ء میں بحری تعلیم کا ناظم بنا دیا گیا۔ ۱۹۱۶ء میں جامعہ ایڈنبرا میں پرنسپل مقرر ہوا۔ ۱۹۲۹ء میں علیحدگی اختیار کرلی۔

۱۹۱۱ء میں سر کا خطاب ملا۔ ۱۹۳۲ء میں برٹش ایسوسی ایشن کی صدارت کی۔ برقی سامان و آلات میں بہت کچھ اصلاحیں کیں۔ ۱۹۳۵ء میں انتقال کیا۔

ایونگ نے ویبر کے خیالات میں ترمیم کرکے یہ دکھلایا کہ مقناطیسی سالموں کی باہمی قوتوں کو ہی نظر میں رکھا جائے تو تمام مظاہر کی توجیہ بآسانی ہوسکتی ہے۔ چنانچہ اس نے ایک آلہ تیار کیا جو ایونگ کا آلہ کہلاتا ہے۔ حسب شکل ۸۲ اس میں مقناطیسی سوئیوں کی تین قطاریں ہوتی ہیں۔ ہر سوئی قطب نما کی طرح ایک چول پر قائم ہے حرکت کرنے میں وہ آزاد ہے۔ لیکن دوسری سوئیوں کی موجودگی کا اس پر اثر پڑتا ہے۔



شکل ۸۲

بیرونی مقناؤ انگیز قوت کی حیثیت سے ایک برقی مقناطیس استعمال کیا جاتا ہے جس کی طاقت حسب منشا گھٹائی بڑھائی جاسکتی ہے۔

اس آلے کی مدد سے ایونگ نے لوہے کے مقناؤ کی کیفیت کو اچھی طرح

واضح کیا۔ مقناؤ انگیز قوت کمزور ہو تو لوہے میں مقناطیسیت آہستہ آہستہ پیدا ہوتی ہے۔ جب بیرونی قوت بڑھتی ہے تو لوہا تیزی سے مقناطیسیت حاصل کرتا جاتا ہے لیکن ایک تیسری منزل ایسی آتی ہے کہ مقناطیسیت میں اضافے کی شرح گھٹنے لگتی ہے اور لوہا سیری کے قریب پہنچ جاتا ہے۔

اگر مقناؤ انگیز قوت کم کی جائے تو یہ آلہ مثل لوہے کے ایک ٹکڑے کے عمل کرتا ہے۔ پہلے تو مقناؤ کی کمی آہستہ آہستہ ہوتی ہے۔ پھر قائم حالت سی پیدا ہو جاتی ہے اور مقناؤ جلد جلد گھٹتا ہے۔ جب بیرونی قوت بالکل دور کر دی جاتی ہے تو بھی کچھ مقناطیسیت باقی رہ جاتی ہے۔ اور اگر بیرونی قوت سمت مخالف میں لگائی جائے تو مخالف قطبیت پیدا ہوتی ہے۔

اس پر ایونگ کہتا ہے کہ "اس طرح ہم نے ان تمام باتوں کی نقل اُتار لی جو لوہے یا کسی دوسری مقناطیسی شے میں کسی دوری مقناطیس عمل کے زیر اثر وقوع پذیر ہوتی ہیں۔ مقناطیسیت اور مقناؤ انگیز قوت کے درمیان علاقہ ظاہر کرنے والے منحنی میں اس عمل سے ایک حلقہ سا بن جاتا ہے۔ یا یوں کہا جا سکتا ہے کہ مقناطیسیت میں تبدیلی ہمیشہ مقناؤ انگیز قوت کی تبدیلی سے پیچھے رہتی ہے، پیچھے رہ جانے کی اسی خاصیت کا نام مقناطیسی[1] اختناق رکھا گیا ہے۔

جب لوہا مقناطیا جاتا ہے تو اس کو توانائی پہنچتی ہے، جب مقناطیسیت کا ازالہ ہوتا ہے تو یہی توانائی نکل جاتی ہے۔ جب مقناؤ میں دوری تغیر واقع ہوتے ہیں تو توانائی کا نقصان ہوتا ہے جو بہ صورت حرارت ظاہر ہوتی ہے۔ اس کی مقدار حلقہ کے رقبے پر منحصر ہوتی ہے۔ اس حرارت کی توجیہ ایونگ نے

---

[1] Magnetic Hysteresis

سالموں کی مدد سے یوں کی کہ جب کوئی سالمہ غیر قائم ہوجاتا ہے اور اُسے سخت ٹھوکر لگتی ہی تو وہ اہتزاز کرنے لگتا ہی اور اپنے پڑوسیوں کو اہتزاز پر مجبور کر دیتا ہی۔ حرارت ان ہی اہتزازوں کا نتیجہ ہوتی ہی۔

گرم کرنے پر لوہے میں مقناذ زیادہ نفوذ کرتا ہے۔ یہاں تک کہ ایسی بلند تپش آتی ہے کہ مقناطیسی خاصیت تقریبًا فورًا ہی غائب ہوجاتی ہے۔ نفوذ پذیری میں یہ اضافہ پھیلاؤ کی وجہ سے ہوتا ہے۔ کیونکہ سالموں کے مرکز ایک دوسرے سے ذرا زیادہ دور ہوجاتے ہیں۔ اور ایک سبب یہ بھی ہے کہ سالمے اہتزاز کرنے لگتے ہیں۔ اس کا یہ نتیجہ ہوتا ہے کہ سالمے ایک گروہ سے دوسرے گروہ میں بآسانی منتقل ہوجاتے ہیں۔

رولینڈ:۔ ڈائنمو موٹر اور مبدل بنانے والے کارخانوں کی طرف سے برابر یہ مطالبہ رہا کیا ہے کہ لوہے اور فولاد کی مقناطیسی خاصیتوں کا مطالعہ بطور خاص کیا جائے۔ اس مطالبہ پر لبیک کہنے والوں میں سے پیش پیش رولینڈ کا نام ہی۔

ہنری اگسٹس رولینڈ[1] بمقام ہونسڈیل پنسلوینیا واقع امریکہ ۱۸۴۸ء میں پیدا ہوا۔ لڑکا ہی تھا کہ لاطینی اور یونانی زبانوں سے نفرت پیدا ہوگئی، لیکن سائنس سے بے انتہا رغبت ہوگئی۔ ۱۸۷۰ء میں اس نے نیویارک سے سول انجینری کی سند حاصل کی۔ ایک سال بعد اسی ادارے میں وہ طبیعیات کا مدرس مقرر ہوا۔ چند معمولی مقالے شائع کرنے کے بعد اس نے لوہے کے مقناطیسی خواص کی تحقیق شروع کر دی۔ اس تحقیق سے اُسے بہت کچھ توقعات تھیں۔ چنانچہ اس نے اپنی بہن کو لکھا کہ اس سے بہت شہرت اور نیکنامی ہوگی لیکن "اے بسا آرزو کہ خاک شدہ"۔ امریکہ والوں نے اپنے آدمی کی قدر نہ کی۔

---

[1] Henry Augustus Rowland

اس کی تحقیق کو کوئی سمجھا ہی نہیں۔ نتیجہ یہ ہوا کہ جو مقالہ اس نے لکھا تھا وہ کہیں شائع نہ ہو سکا۔ اسی زمانے میں میکسول نے اپنی "کتاب المقناطیس والبرق" شائع کی تھی۔ رولینڈ کی نظر سے گزری تو اس کو ہمت ہوئی۔ اس نے اپنا مقالہ میکسول کو بھیج دیا۔ میکسول نے اُسے ہاتھوں ہاتھ لیا اور فوراً اگست ۱۸۷۳ء کے فلاسفیکل میگزین میں شائع کر دیا۔ رولینڈ نے ۱۹۰۱ء میں انتقال کیا۔

مقناطیسیت پر رولینڈ ہی کا سب سے پہلا مقالہ ہے جس میں نتائج مطلق پیمانوں میں بیان کیے گئے۔ بیان کے لئے فیریڈے کی زبان استعمال کی گئی یعنی مقناطیسی خطوط قوت سے کام لیا گیا۔ رولینڈ نے بتلایا کہ کسی مقناطیس میں سے مقناطیسی خطوط قوت کے بہاؤ سے صحیح حساب لگایا جا سکتا ہے۔ اس کے نزدیک اس کا کلیہ اوہم کے کلیے کے مشابہ تھا۔ رولینڈ کے مقالے کی بعد میں قدر کی گئی۔

امریکہ میں جامعہ جان ہاپکنس کے قیام کے سلسلے میں پریسیڈنٹ گلمین نے میکسول سے مشورہ طلب کیا کہ طبیعیات کی جگہ کس کو دی جائے۔ میکسول نے رولینڈ کی سفارش کی۔ رولینڈ کو تار دے کر بلایا گیا۔ دریائے ہڈسن کے کنارے دونوں کی ملاقات ہوئی۔ دونوں ٹہل رہے تھے اور باتیں کر رہے تھے دونوں اپنی اپنی کہہ رہے تھے۔ گلمین نے بعد میں کہا کہ وہ اپنے سائنس کے خواب بیان کر رہا تھا اور میں اپنے اعلیٰ تعلیم کے خواب۔ بہرحال نتیجہ یہ ہوا کہ رولینڈ کا تقرر کر لیا گیا۔ البتہ اس کو ایک سال کے لئے یورپ جانے کی اجازت دی گئی۔ چنانچہ رولینڈ نے برلن میں ہلمہولٹس کے تجربے خانے میں کئی ماہ گزارے وہاں اس نے متحرک برقی سکونی بار کے مقناطیسی اثرات پر تحقیق کی۔

جامعہ جان ہاپکنس میں رولینڈ نے متعدد طبیعیات دانوں کو تربیت دی۔ لیکن وہ درسی کام کا اہل نہ تھا۔ گریجویٹ طلبا کو وہ زیادہ تر اُن ہی کے حال پر

چھوڑ دیتا تھا۔ کسی نے رولینڈ سے پوچھا کہ "آپ گریجویٹ طلبا کے ساتھ کیا کرتے ہیں؟" "میں کیا کرتا ہوں؟" جواب میں کہا رولینڈ نے "میں انھیں نظر انداز کر دیتا ہوں۔" یہ اس نے طنزاً کہا ورنہ اس کے شاگرد تصدیق کرتے ہیں کہ ان کا وجود ہی خیال آفریں ہوتا تھا۔ نمائش و نمود سے اُسے چڑھ سی تھی۔

اس زمانے میں دوامی مشینوں کا بڑا زور تھا۔ یعنی ایسی مشینوں کا جو ایک مرتبہ چلا دینے کے بعد ہمیشہ چلتی رہیں۔ بہت سے لوگوں نے ایسی مشینیں بنا لینے کا دعویٰ کیا۔ لیکن ان سب کے دعوے باطل ثابت ہوتے رہے۔ البتہ ایک شخص کیلی[1] نامی نے اس میں بہت نام پیدا کیا۔ یعنی اس کا انجن کوئی بارہ تیرہ برس تک چلتا رہا۔ اور کیلی کے مرنے کے بعد ہی پتہ لگا کہ یہ سب کچھ شعبدہ بازی تھی۔ کیلی فلیڈلفیا کا باشندہ تھا۔ وہیں اس کا کارخانہ اور انجن بھی تھا۔ اس کو دیکھنے کے لئے رولینڈ بھی گیا۔ اس کے ہمراہ طبیعیات داں جارج ایف بارکر بھی تھا۔ یہ روایت بارکر نے لارڈ ریلے سے ہی بیان کی تھی۔ کیلی نے یہ دعویٰ بھی کیا تھا کہ پُراسرار قوتوں کے ذریعہ وہ انجن کو چلاتا ہے۔ رولینڈ اور بارکر جب دیکھنے گئے تو رولینڈ نے ایک تار دیکھا جس کی نسبت اُسے شبہ ہوا کہ یہ تار نہیں ہے بلکہ درحقیقت نلی ہے جس میں دبی ہوئی ہوا بھری ہے۔ اس نے چاہا کہ قدم بڑھا کر تار کو کاٹ کے اس کی تصدیق کرے۔ لیکن کیلی اس پر ایسا جھپٹا کہ دونوں فرش پر گر پڑے اور تار کاٹنے کی نوبت نہ آئی۔

زمین کی مقناطیسیت

زمین کی مقناطیسیت کے سلسلے میں یہ سوال اہمیت اختیار کر چکا تھا کہ زمین کے مقناطیسی قطب کتنے ہیں۔ چنانچہ رائل ڈینش اکاڈیمی آف سائنسز نے ۱۸۱۲ء میں ایک سوال

---

[1] Keely

حل طلب شائع کیا کہ "کیا ارضی مقناطیسیت کے واقعات کی توجیہ کے لئے یہ ضروری ہے کہ زمین میں ایک سے زائد مقناطیسی محور مانے جائیں؟"۔ صحیح حل پر انعام بھی مقرر کیا گیا۔

کرسٹیانا[۲] کی رصد گاہ فلکیات کے ناظم کرسٹوفر ہانسٹین[۱] (۸۴ء۱۷ء - ۳ء۱۸ء) نے اس سوال کو حل کرنے کی کوشش کی۔ اس نے جواب اثبات میں دیا۔ اس نے ارضی مقناطیسیت کو زندگی بھر کا مشغلہ بنا لیا۔ ہیلے نے یہ قیاس پیش کیا تھا کہ زمین میں چار مقناطیسی قطب ہیں۔ ہانسٹین چاہتا تھا کہ واقعات اور مشاہدات کو ریاضی کے سانچے میں ایسا ڈھالے کہ ہیلے کے دعوے کی تصدیق ہو جائے۔

ناروے کی حکومت کی فیاضی کی بدولت وہ روس کے علاقہ سائبیریا میں گیا تاکہ وہ مقناطیسیت کا ایشیائی قطب معلوم کر سکے۔ ہمراہی میں چند لوگ اور تھے۔ یہ قافلہ ۲۵ر اپریل ۱۸۲۸ء کو برلن سے روانہ ہوا۔

روسی سلطنت میں ہمبولٹ کی سفارش پر دس مقناطیسی رصد گاہیں قائم کی گئیں اس قافلے نے جو معلومات بہم پہونچائیں اُن سے گاؤس، سیبائن وغیرہ نے بڑے نتائج اخذ کئے۔ ہانسٹین نے سائبیریا میں مقناطیسی قطب کا پتہ لگایا جو اس کے علاوہ ہے جو برطانوی امریکہ میں موجود ہے۔ اس سے ظاہر ہوا کہ شمالی نصف کرے میں زمین کی مقناطیسیت دو مقامات پر اعظم قیمت کو پہنچتی ہے۔ ایک مقام کناڈا کے شمال میں ہے اور دوسرا سائبیریا کے شمال میں۔ پس زمین ایک واحد مقناطیس نہیں ہے۔ سر ایڈورڈ سیبائن[۳] (۸۸ء۱۷ء - ۱۸۸۳ء) نے بھی اسکی تائید کی تھی۔ لیکن جدید ترین شاہدات ان نظریوں کی تائید نہیں کرتے۔

---

[۱] Christopher Hansteen [۲] Christiana

[۳] Sir Edward Sabine

کارل[1] فریڈرش گاؤس (۱۷۷۷ء - ۱۸۵۵ء) نے اسکنڈر[2] فان ہمبولٹ (۱۷۶۹ء - ۱۸۵۹ء) سے مل کر جرمن بزم مقناطیسی کی بنیاد ڈالی۔ مقصد یہ تھا کہ مقناطیسی عناصر (میلان، انصراف، حدت) کی قیمتیں مختلف مقامات پر دریافت کی جائیں۔ چنانچہ یہ مشاہدات ۱۸۳۴ء میں شروع ہوئے اور ۱۸۴۲ء تک چلتے رہے۔ ان پیمائشوں میں جو آلات استعمال کئے جاتے تھے ان کو گاؤس اور ولہلم[3] ویبر (۱۸۰۴ء - ۱۸۹۱ء) تیار کرتے تھے۔ گاؤس کے نظریے میں ارضی مقناطیسیت کا سبب نہیں بتلایا گیا بلکہ صرف یہ دکھلایا گیا کہ ریاضی کے طریقے پر زمین کی سطح پر مقناطیسیت کی تقسیم کیسی ہے؟

اس زمانے میں آفتاب اور زمین کے برقی اور مقناطیسی علاقوں کے متعلق بھی قیاس آرائیاں کی گئیں لیکن کوئی خاطر خواہ نتیجہ نہیں نکلا۔

پیمائش کی مطلق اکائیاں

۱۸۳۲ء میں گاؤس نے ایک مقالہ پڑھا جس میں مطلق پیمائشوں کا ایک نظام تجویز کیا۔ چونکہ تمام قوتیں اپنی پیدا کردہ حرکتوں سے پیمائش کی جاسکتی ہیں، اسلئے صرف تین بنیادی اکائیوں کی ضرورت ہے۔ ایک اکائی طول کی، ایک کمیت کی اور ایک وقت کی۔ گاؤس کے نزدیک اس سے ایک بدیہی فائدہ یہ تھا کہ ان تینوں اکائیوں سے ماخوذ ہونے کی صورت میں تمام نتائج کا ایک دوسرے سے مقابلہ کیا جاسکتا ہے۔

گاؤس نے قوت کی اکائی وہ قوت مانی جو اکائی مدت میں اکائی کمیت میں اکائی رفتار پیدا کر دے۔ مقناطیسی حدت کی اکائی اس نے

---

[1] Carl Friedrich Gauss
[2] Alexander Von Humboldt
[3] Wilhelm Weber

وہ مقدار لی جو اکائی فاصلے سے اپنی مساوی مقدار پر عمل کرے تو اکائی قوت صرف ہو۔ ارضی مقناطیسیت کی پیمائش میں گاؤس نے جو مطلق اکائیاں استعمال کیں تو ویبر نے برق مطلق اکائیاں داخل کر دیں۔ چنانچہ ۱۸۴۶ء-۱۸۵۲ء-۱۸۵۶ء میں اس نے اس موضوع پر مقالے شائع کئے۔

برقی مزاحمت کی عملی اکائی کے طور پر سینٹ پیٹرسبرگ (موجودہ لینن گراڈ) کے مارتس ہرمن لیعقوبی نے معین ابعاد کے تانبے کے تار کی مزاحمت کو منتخب کیا۔ اس مزاحمت کو ویبر نے مطلق اکائیوں میں پیمائش کیا۔

چونکہ تانبے کی مزاحمت میں تغیر پیدا ہو جاتا ہے اس لئے برلن ورنر سیمنس (۱۸۱۶ء-۱۸۹۲ء) نے تجویز کیا کہ پارے کا ایک منشور ایک میٹر لمبا اور ایک مربع ملی میٹر تراشی رقبہ کا لیا جائے۔ اس کا نام سیمنس کی اکائی پڑ گیا۔ ویبر نے اس کو بھی مطلق اکائیوں میں دریافت کیا۔

۱۸۶۱ء میں برٹش ایسوسی ایشن اور رائل سوسائٹی لندن کی طرف سے ایک کمیشن مقرر ہوا کہ کوئی اکائی منتخب کرے۔ اس کمیشن کی صدارت لارڈ کلون کے سپرد کی گئی۔ اس کمیشن نے ویبر کی اکائی کو برقرار رکھا۔ ویبر کی مزاحمت والی اکائی دراصل ایک رفتار تھی۔

۱۸۸۱ء میں پیرس میں ماہرین برق کی ایک کانگریس ہوئی جو بین الاقوامی تھی۔ اس میں بھی ویبر کا نظام برقرار رکھا گیا، لیکن اتنا فرق کر دیا گیا کہ ویبر اور گاؤس جو ملی میٹر، ملی گرام اور ثانیہ استعمال کرتے تھے اُن کی بجائے اب سنٹی میٹر، گرام، ثانیہ کو رواج دیا گیا۔ اوہم کو اس کانگریس نے اسنٹی میٹر فی ثانیہ کی رفتار کا 10^9 (یعنی ایک ارب گنا) قرار دیا۔ وولٹ، امپیر، کولام، فراڈ کی تعریفیں بھی لگے ہاتھوں

Werner Siemens ؎

کردی گئیں۔ اسی زمانے میں میکسول نے "ابعادی مساوات" کا مسئلہ سب سے پہلے پیش کیا۔

ایسی سہولت انگیز اور غیر متغیر مزاحمت' جو ۱۰^۹ مطلق اکائیوں کے برابر ہو، آسانی سے حاصل نہ ہوسکتی تھی۔ برٹش ایسوسی ایشن کی اکائی ذرا کم نکلی۔ ۱۸۸۱ء میں جو بین الاقوامی کانگریس ہوئی تھی اس نے ایک کمیٹی مقرر کردی تھی۔ اس کمیٹی نے ۱۸۸۳ء نے "قانونی اوہم" کی حیثیت سے ایک اکائی کو منتخب کیا اور اس کی تعریف یوں کی کہ یہ پارے کے ایسے کالم کی مزاحمت ہے جس کا طول ۱۰۶ سنٹی میٹر ہو اور جس کا تراشی رقبہ ۱ مربع ملی میٹر ہو۔ لیکن اس پر اعتراض وارد ہوئے، اس سے کسی کی تشفی نہ ہوئی اور کسی ملک میں بھی یہ اکائی قانونی نہ ہوئی۔

اب اس مسئلے کو رولینڈ نے لیا۔ اس نے بتلایا کہ پارے کے کالم کا طول ۱۰۶٫۳۲ سمر ہونا چاہئے۔ ۱۸۹۲ء میں برٹش ایسوسی ایشن نے ایک جلسہ کیا جس میں جرمن، فرانسیسی اور امریکی ماہرین طبیعیات جمع ہوئے تاکہ برقی اکائیوں کا تعین کرسکیں۔ اوپر کی دونوں اکائیاں ترک کردی گئیں۔ اب اوہم کی تعریف یوں قرار پائی کہ "اوہم پارے کے اس کالم کی مزاحمت ہے جس کی تپش پگھلتے برف کی تپش ہو، جس کی کمیت ۱۴٫۴۵۲۱ گرم ہو، جس کی تراش مستقل ہو اور جس کا طول ۱۰۶٫۳ سمر ہو۔"

۱۸۹۳ء میں شکاگو واقع امریکہ میں ایک کانگریس منعقد ہوئی جس نے اوپر کے اوہم کو "بین قومی اوہم" قرار دیا۔ اسی کانگریس میں کام کی اکائی کے لئے جول، طاقت کی اکائی کے لئے واٹ اور ذاتی امالے کی اکائی کیلئے ھنری کا انتخاب کیا گیا۔

Dimensional Equation ؎

تاربرقی یاٹیلیگراف جب سے وولٹا نے یہ بات بتائی تھی کہ ایک تار کے ذریعے جس کے دونوں سرے برقی خانے یا مورچے سے لگے ہوں، برقی رو بہت دور تک جا سکتی ہے، اُس وقت سے سائنس داں اِسی اُدھیڑ بُن میں لگے رہے کہ کسی طرح ایسی رو کے ذریعہ اشارے ایک مقام سے دوسرے مقام تک پہنچائے جائیں۔ مگر مشکل یہی تھی کہ ایک جگہ کا اشارا دوسری جگہ پیدا کیسے کیا جائے۔ ۱۸۱۶ء میں ایک شخص رونالڈس نامی نے اس سلسلے میں تجربے کیے۔ لیکن کوئی کامیابی نہ ہوئی۔ ۱۸۱۹ء میں ارسٹڈ کے تجربوں سے جب معلوم ہوا کہ برقی رو مقناطیسی سوئی کو منصرف کر دیتی ہے تو لوگ سمجھ گئے کہ اسی کے ذریعے اشارے بھی دور دراز مقام پر پیدا کیے جا سکتے ہیں۔ جب فیریڈے اور ہنری کی تحقیقات برقی مقناطیسیت سے متعلق شائع ہو گئیں تو پھر تاربرقی کا مسئلہ نسبتاً آسان ہو گیا۔ بہت سے لوگ اسی پر کام کرنے لگے یہاں تک کہ یہ بتانا مشکل ہو گیا کہ تاربرقی کس شخص واحد کی ایجاد ہے؟

۱۸۲۱ء میں آمپیر نے تجویز پیش کی کہ برقی مقناطیسی آلوں کے ذریعہ اشارے ارسال کیے جائیں۔ ۱۸۳۳ء میں گاؤس اور ویبر نے گوٹنگن واقع جرمنی میں رصد گاہ اور دفتر کے درمیان تاربرقی کے تار ڈالے۔ یہ فاصلہ ۹۰۰۰ فٹ کا تھا۔ ۱۸۳۱ء میں ایک برقی مقناطیس کی مدد سے ایسے اشارے پیدا کیے جو کچھ فاصلہ پر سُنائی دیتے تھے۔ ۱۸۳۷ء میں نیویارک کے مارس نے ایسی تاربرقی ایجاد کی جس میں ایک آرمیچر کے جذب کی بدولت کاغذ کی ایک پٹی پر نقطے اور لکیریں بنتی تھیں۔ میونک کے کارل[1] اگسٹ اسٹائنہائل نے یہ انکشاف کیا کہ واپسی کے دور میں زمین تار کا کام دے سکتی ہے۔ مارس کی کوششوں سے واشنگٹن اور

---

[1] Karl August Steinheil

بالٹیمور کے درمیان تجارتی پیمانے پر سب سے پہلے برقی لائن ڈالی گئی۔ چونکہ مارس کے آلے ہی کو زیادہ تر استعمال کیا جاتا ہے اس لئے کچھ حالات مارس کے بیان کر دینا نامناسب نہ ہوگا۔

سیموئل فنلے بریز مارس[ا] بمقام چارلس ٹاؤن علاقہ مساچوسٹس واقع امریکہ بتاریخ ۲۷ اپریل ۱۷۹۱ء پیدا ہوا۔ ۱۸۱۰ء میں اس نے ییل کالج سے سند حاصل کی۔ اگرچہ اس کو برقی مظاہر سے دلچسپی تھی لیکن کام اس نے پہلے فنون لطیفہ کا کیا۔ چنانچہ نقاشی سیکھنے کے لئے وہ لندن روانہ ہوگیا۔ وہاں بنجامن وسٹ ایک امریکی ہی اس کا اُستاد تھا۔ اُستاد کی عمر گو ۷۰ برس تھی لیکن فن کے اعتبار سے وہ اب بھی چاق چوبند تھا۔ ۱۸۱۲ء میں مارس نے ایک مجسمہ تیار کیا جسکے صلے میں اس کو ایک طلائی تمغہ انعام میں ملا۔

۱۸۳۲ء میں مارس نے پھر وطن کا رُخ کیا۔ اثنا سفر ہی میں اس کے ذہن میں یہ خیال آیا کہ تاربرقی ممکن ہے۔ وہ برقی مقناطیس کی نوعیت اور اس کے خواص اچھی طرح سے سمجھتا تھا۔ جہاز کے کپتان اور مسافروں کے سامنے اس نے اپنے منصوبے کی تشریح کی۔ اتفاق سے مسافروں میں ایک ایسا شخص تھا جس کے پاس اس وقت ایک برقی مقناطیس موجود تھا۔ مگر وہ اس کے صندوق میں تھا جو جہاز کے پیٹے میں بند تھا۔ اس لئے مارس کو اُسے دیکھنے کا موقع نہیں ملا۔ لیکن جب مارس نے اپنی ایجاد پٹینٹ کرائی تو یہی مرد مجہول تھا جس نے پٹینٹ پر اعتراض کیا اور دلیل یہ پیش کی کہ اسی نے مارس کو برقی مقناطیس سمجھایا تھا۔

جب گھر پہنچا تو مارس نے تاربرقی کا منصوبہ پورا کرنا چاہا۔ لیکن اُسے بڑی کشمکش کرنا پڑی اور وہ مفلس ہوگیا۔ اپنے ہی دونوں ہاتھوں سے اُسے سب کچھ

ا Samuel Finlay Breese Morse

کرنا پڑتا تھا۔ نمونے بھی بناتا اور ڈھلائی بھی کرتا۔ اپنے تجربوں کے پیچھے ایسا لگا کہ اُسے کھانے کپڑوں کا ہوش نہیں رہا۔ چار برس اسی جدوجہد میں اُس نے گزارے۔ ایک جگہ وہ لکھتا ہے۔ "میرے پاتابوں کو حاجت رفو ہے اور میری ٹوپی کی حالت زبوں ہے"۔

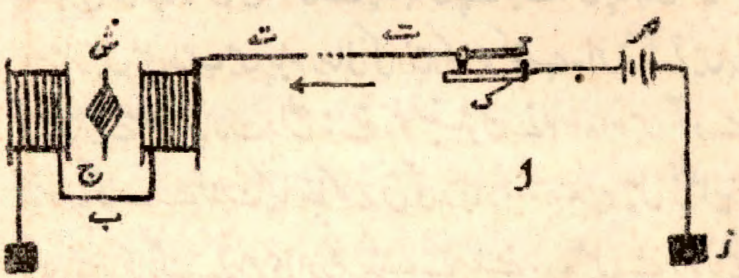
پانچویں برس جاکر کہیں منصوبہ عملی جامہ پہن سکا۔ حکومتوں کی طرف سے اس کی ہمت افزائی نہیں ہوئی لیکن بڑی جدوجہد کے بعد موسم گرما کے اجلاس میں جبکہ آدھی رات کا وقت تھا اور گرمی بہت تھی امریکہ کی کانگریس نے ۳۰ ہزار ڈالر (تقریباً ایک لاکھ روپیہ) تاربرقی کا سلسلہ قائم کرنے کے لئے منظور کئے۔ یہ واقعہ ۱۸۴۳ء کا ہے۔ واشنگٹن اور بالٹیمور کے درمیان تاربرقی قائم ہو گئی۔ ۲۴ مئی ۱۸۴۴ء کو ریاستہائے متحدہ امریکہ کی عدالت عالیہ سے یہ پہلا پیام بھیجا گیا۔ "خدا نے کیا کر دکھایا ہے"۔

اس کے بعد سے مارس کی مصیبتیں ختم ہو گئیں۔ آجکل بھی تاربرقی میں جو ابجد استعمال کی جاتی ہے یہ مارس ہی کی ایجاد ہے۔ آلہ بھی مارس کا ہی کثرت سے استعمال ہوتا ہے۔

مارس کی ابتدا مصیبت میں ہوئی لیکن انتہا مسرت پر ہوئی۔ اس کی ایجادوں پر اُسے بالآخر بہت کچھ انعام ملا۔ اس کی زندگی ہی میں ریاستہائے متحدہ فرانس، جرمنی، ڈنمارک، سویڈن، روس اور آسٹریا میں اس کا نظام جاری ہو گیا۔ نیپولین سوئم شاہ فرانس کے ایما پر ۱۸۵۸ء میں اسٹریا، بلجیم، فرانس، ہالینڈ، اٹلی، روس اور ترکی کے نمائندوں نے ۸ لاکھ ڈالر کا ایک تحفہ پیش کیا۔ یہ گویا تلافی تھی اس بدسلوکی کی جو ان ملکوں کی طرف سے مارس کے ساتھ روا رکھی گئی تھی جبکہ وہ حاجتمند تھا۔ غرضکہ آخر عمر میں وہ اعزاز اور عزتوں سے گرانبار ہو گیا۔

۲؍ اپریل ۱۸۷۲ء کو اس نے نیویارک میں انتقال کیا۔ اس کی یادگار میں کانسی کا ایک مجسمہ نصب کیا گیا۔

مناسب معلوم ہوتا ہے کہ یہاں تار برقی کے اُصولوں کی کچھ وضاحت کر دی جائے۔ شکل ۸۵ میں گ ایک مورچہ ہے، مقام ا پر جہاں سے مقام



شکل ۸۵

ب تک پیام بھیجنا ہے۔ مورچہ کو ایک طرف ز پر زمین دوختہ کر دیا گیا ہے۔ دوسری طرف مورچہ کو کنجی ک سے ملا دیا گیا ہے۔ جب کنجی دبائی جاتی ہے تو ایک رو مورچہ سے نکل کر تار ت پر سے ہوتی ہوئی مقام ب پر رکھے ہوئے لچھے ق تک پہنچتی ہے۔ یہاں پہنچکر رو مقناطیسی سوئی ش ج کو منصرف کر دیتی ہے۔ لچھے کے دوسرے سرے کو ز' پر زمین دوختہ کر دیا جاتا ہے اور اس طرح برقی دور مکمل ہو جاتا ہے۔ کنجی ک اگر ذرا سی دبائی جائے تو سوئی کو ایک جھٹکا پہنچتا ہے۔ اگر دیر تک کنجی دبائی جائے تو سوئی میں انصراف دیر تک رہے گا۔ اس طرح تلغرافی ابجد یا مارس کی ابجد تیار ہو جاتی ہے۔ اور اُسے ب تک پیام روانہ کیا جاتا ہے۔ پھر ب سے ا تک بھی پیام روانہ

کیا جاسکتا ہے۔ مزید برآں پیام وصول کرنے والے مقام پر اسی تلغرافی آلہ میں پیام خود بخود کاغذ کی ایک پٹی پر درج بھی ہو سکتا ہے۔

بحری تار برقی ۱۸۳۷ء میں بحری تار برقی پر تجربے شروع ہو گئے تھے۔ ابتدا میں چھوٹے چھوٹے فاصلے لئے گئے۔ جب اُن میں کامیابی حاصل ہوئی تو ۱۸۵۰ء میں پہلی مرتبہ بحر اوقیانوس یا اطلانتک میں سب سے پہلے بحری طناب ڈالی گئی۔ اس سے چند برس پہلے بحث اس پر ہوتی تھی کہ ۲ ہزار میل لمبی طناب میں پیام رسانی کی رفتار کیا ہو سکتی ہے۔ اس زمانے میں برق کی رفتار سے متعلق خیالات واضح نہ تھے۔ ومیٹسٹون نے ۱۸۳۴ء میں گھومتے آئینوں کی مدد سے ثابت کیا تھا کہ برق کی رفتار ۲٬۸٬۸۰۰۰ میل فی ثانیہ ہے۔ لیکن لیٹیمر کلارک نے ایری اور فیریڈے کے سامنے ۸۰۰ میل لمبے زیر زمین تار پر تجربے کرکے یہ بتلایا کہ ادھے ثانیہ میں رد دوسرے سرے پر نمودار ہو گئی دوسرے تجربہ کرنے والوں نے درمیانی نتائج حاصل کئے۔

اس فرق کی توجیہ سر ولیم ٹامسن لارڈ کلون نے کی۔ سر گبریل اسٹوکس سے کلون نے جو مراسلت کی اُس میں اِس توجیہ کو واضح کیا۔ بعد میں ۱۸۵۵ء میں رائل سوسائٹی کی روئداد میں اس مراسلت کو شائع کیا۔ ایک نتیجہ کلون نے یہ نکالا تھا کہ برق کی کوئی رفتار ہی نہیں ہے۔ لیکن اس زمانے کے مشہور انجینئر اس نتیجے سے متفق نہ تھے، دوسرا نتیجہ اس نے یہ نکالا کہ اشاروں میں جو دیر لگتی ہے وہ طول کے مربع کے متناسب ہوتی ہے۔ کلون نے اندازہ لگایا کہ فی منٹ تین لفظ طناب پر ارسال کئے جا سکتے ہیں۔ دوسروں نے ۸ لفظ یا پھر ۱۰ یا ۱۲ لفظ فی منٹ کی شرح بتلائی جو آلات اس وقت استعمال ہوتے تھے ان کی شرح ۸ء۱ لفظ فی منٹ تھی۔

۵ر اگست ۱۸۵۸ء کو سب سے پہلے انگلستان اور امریکہ کے درمیان بحری پیامات کا تبادلہ ہوا۔ صدر ریاستہائے متحدہ نے یہ پیام روانہ کیا "میری دعا ہے کہ فضل الٰہی سے یہ برقی تلغراف دو ہم نسل قوموں میں دائمی صلح اور دوستی کا رشتہ مضبوط کردے۔"

تیس گھنٹوں میں ایک سو پچاس لفظ ارسال کئے گئے۔ جتنا وقت گزرتا گیا اشارے کمزور پڑتے گئے، یہاں تک کہ ایک مہینے میں اطلانتک کی طناب خاموش ہوگئی۔

۱۸۶۶ء میں نئی طناب ڈالی گئی۔ کلون نے اشارہ رسانی کے لئے آلے ایجاد کئے۔ ان آلوں سے شرح ارسال فی منٹ ۲ یا ۳ لفظوں سے بڑھکر ۲۲ تا ۲۵ لفظوں تک پہنچ گئی۔ کرامویل ایف وارلے نے کلون کی تحقیق کو جاری رکھا، اور مزید اصلاح کرکے شرح اور بھی بڑھادی۔

ٹیلیفون تار برقی کی ایجاد کے چند برس بعد بیان کیا جاتا ہے کہ تاروں کی ترسیل پر جو لوگ مامور تھے اُن کو جب کام نہ ہوتا تو تار برقی کی کنجی سے باجے کا کام لیتے اور اس زمانے کے مشہور گیت اس طرح گایا بجایا کرتے۔ تار کے دوسرے سرے پر کنجی کی کھٹ کھٹ سے ویسا ہی گیت بن جاتا۔ یہ لوگ اس میں بہت مشاق ہوگئے تھے اور اس کی شہرت بھی ہوگئی تھی۔ بالآخر ۱۸۵۴ء میں شارل بورسل[1] ایک فرانسیسی تار باز نے برق کے ذریعہ سے گفتار کو منتقل کرنے کی ایک تجویز سوچی۔ خود اس کے الفاظ یہ ہیں:-

"فرض کرو کہ ایک شخص ایسی متحرک قرص کے قریب بولتا ہے جس میں اتنی کافی لچک ہے کہ آواز کا کوئی ارتعاش بھی ضائع ہونے نہیں پاتا۔ اب یہ قرص ایک

---

[1] Charles Boursel

مورچہ سے آنے والی اہر میں جوڑ توڑ پیدا کرے تو دوسری طرف بھی ایسی ہی قرص لگائی جا سکتی ہے جو ایسے ہی ارتعاش پیدا کرے۔" لیکن بورسل نے اپنے اس خیال کو عملی جامہ نہیں پہنایا۔

دوسرا قدم اس سلسلے میں فلپ[1] رائس نے ۱۸۶۱ء میں جرمنی میں اٹھایا۔ اس نے ایک آلہ تیار کیا جس سے یہ غرض پوری ہوتی تھی۔ رائس نے اس کا نام "ٹیلیفون" رکھا۔

اس کے متعلق ڈی[2]، ای، ہوجز انگریز موجد (۱۸۳۱ء۔ ۱۹۰۰ء) نے جو لکھا ہے وہ قابل ملاحظہ ہے وہ کہتا ہے "روس کے شہنشاہ اسکندر ثانی نے مجھے دعوت دی کہ میں ملکہ اور دربار کے سامنے ایک لکچر دوں۔ میں نے اس کو قبول کر لیا لیکن میں حضور شاہ میں نہ صرف اپنا تلغرافی آلہ بلکہ جدید ترین ایجادیں بھی پیش کرنا چاہتا تھا۔ پروفیسر فلپ رائس نے اپنا نیا ٹیلیفون روس بھیج دیا اس کی بدولت موسیقی آوازوں کی ترسیل و تحصیل میں مجھے بہت سہولت ہوئی۔ اور گفتار بھی منتقل ہو سکی لیکن اس پر اعتبار نہ تھا۔ کبھی ایک لفظ اچھی طرح سنائی دیتا اور پھر کسی نامعلوم سبب کی بنا پر سارے الفاظ بند ہو جاتے۔ اس عجیب غریب آلے کی بنیاد ٹیلیفون کے صحیح نظریے پر ہے۔ اس کے موجد نے ۱۸۷۴ء میں انتقال کیا۔ وہ تقریباً گمنام اور مفلس تھا۔ کسی نے اس کی خبر نہ لی۔ لیکن بعد وفات جرمن حکومت نے اس کی یہ قدردانی کی کہ اس کی یادگار میں ایک مجسمہ کھڑا کر دیا اور اس کو ٹیلیفون کا اوّلین موجد تسلیم کر لیا۔"

پندرہ برس تک پھر کسی نے اس طرف توجہ نہ کی۔ بالآخر ۱۸۷۶ء میں ایک شخص بل نامی نے اپنا آلہ ایجاد کیا جو آج تک مستعمل ہے۔

---

[1] Philip Reis
[2] D. E. Hodges

اس شخص کا پورا نام اسکنڈر گریہم بل ہے۔ وہ ایڈنبرا میں ۳ مارچ ۱۸۴۷ء کو پیدا ہوا۔ وہیں اس کی تعلیم ہوئی۔ پھر وہ جامعہ لندن میں شریک ہو گیا۔ اس کے باپ نے گونگے اور بہروں کے واسطے جو طریقۂ تعلیم ایجاد کیا تھا اُس سے بل کو بہت دلچسپی تھی۔ چنانچہ ۱۸۷۰ء میں وہ باپ کے ساتھ کناڈا چلا گیا۔ اپنے موضوع میں جب اچھی طرح ماہر ہو گیا تو وہ ریاستہائے متحدہ چلا گیا، جہاں وہ جامعۂ بوسٹن میں صوتی فعلیات کا پروفیسر مقرر ہو گیا۔ یہ واقعہ ۱۸۷۲ کا ہے۔

چار برس بعد ۱۸۷۶ء میں فلاڈلفیا میں ایک نمائش ہوئی جس میں بل نے اپنا آلہ بھی رکھا۔ یہ آلہ اس نے بہروں کو سُنانے کے لیے نہیں بلکہ گفتار کو دکھانے کے لئے بنایا تھا۔ لیکن گفتار دکھائی نہ جاسکی۔

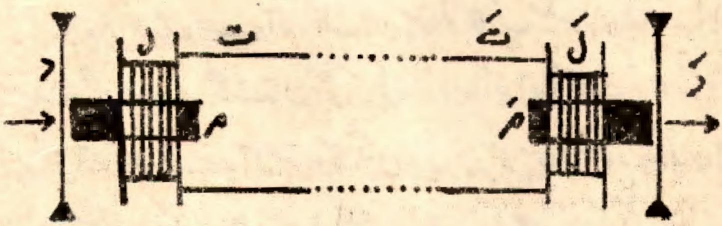
۱۸۷۸ء میں جب یہ آلہ انگلستان پہنچا تو کلارک میکسول نے حسب ذیل تنقید کی۔ "جب یہ خبر انگلستان پہنچی کہ بل نے ایسا آلہ ایجاد کیا ہے تو توقع یہ تھی کہ سابقہ تمام تلغرافی سے یہ آلہ بہتر ہوگا۔ لیکن جب خود آلہ پہنچا تو معلوم ہوا کہ وہ ایسے حصوں پر مشتمل ہے کہ ان میں سے ہر ایک سے ہم واقف ہیں۔ اُن کو ایک اناڑی بھی ترتیب دے سکتا ہے۔ بنا بریں اس سے مایوسی ہوئی لیکن یہ دیکھکر کہ آلہ فی الواقع بول سکتا ہے، اس مایوسی میں کچھ کمی ہوگئی۔"

بایں ہمہ بل نے ۱۴ فروری ۱۸۷۶ء کو اپنا آلہ پیٹنٹ کرایا۔ لطیفہ یہ کہ الیشا گرے نامی ایک شخص نے بھی اسی قسم کے آلے کے پیٹنٹ کے لئے درخواست کی۔ عدالت سے اولیت بل ہی کی ثابت ہوئی۔ ایک کمپنی نے آلہ کو چلانے کے حقوق حاصل کئے، جس سے پروفیسر بل کو کافی آمدنی ہوئی۔ حکومت فرانس نے اسکو وولٹا انعام دیا اور دنیا بھر کی سائنسی مجلسوں نے اس کو تمغے اور اعزاز دیئے۔ بالآخر ۲ اگست

Alexander Graham Bell ؎

۱۹۲۲ء کو اس نے انتقال کیا۔

اصول :- ہوا میں آواز کی رفتار کوئی ۱۱۰۰ فٹ فی ثانیہ ہے۔ پانی میں اسکی رفتار کوئی پانچ گنا تیز ہے۔ لوہے یا فولاد کے تار پر رفتار کوئی پندرہ گنا تیز ہے۔ یہ تقریبًا ۳ میل فی ثانیہ کی رفتار ہوئی۔ پس اگر دو مقاموں کے درمیان ۴۰۰ میل کا فصل ہو تو ایک مقام پر جو آواز پیدا کی جائے گی وہ دو منٹ بعد دوسرے مقام پر پہنچے گی بشرطیکہ تار کے سالمی ارتعاش کی وجہ سے آواز مطلق ضائع نہ ہو۔ لیکن ایسا ضیاع روکا نہیں جاسکتا۔ یہی وجہ ہے کہ دونوں مقاموں کے درمیان تار کھینچ دینا کافی نہیں ہے۔ باقی جن چیزوں کی ضرورت ہے اُن کو شکل ۸۶ میں واضح کیا گیا ہے۔



شکل ۸۶

شکل میں د لوہے کی ایک پتلی جھلی ہے جو سامع کے کان کے پاس ارتعاش کرتی ہے۔ اس جھلی کے پیچھے ایک مقناطیس م اور ایک لچھا ل ہے۔ جھلی کی پس پیشی حرکت سے برقی مقناطیسی امالہ کی بدولت مختلف حدت کی رویں لچھے میں پیدا ہو جاتی ہیں جو تار ت تَ پر سے گزرتی ہیں اور پھر دوسرے مقام کے آلۂ تحصیلی تک پہنچتی ہیں اس میں اجزا تو وہی ہیں لیکن ترتیب معکوس ہے۔ اب رو کی وجہ سے مقناطیسی جذب گھٹتا بڑھتا رہتا ہے۔ جس سے جھلی دَ بھی ویسی ہی آوازیں پیدا

کردیتی ہے۔

اصلاح :۔ بل کا ٹیلیفون بحیثیت تحصیلی آلے کے بہت خوب تھا، لیکن ترسیلی آلے کی حیثیت سے ناقص تھا۔ اس میں اصلاح کی غرض سے ایڈیسن نے کاربنی مُرسل ایجاد کیا اور ہوجز نے مائکروفون۔

کاربنی مرسل کو ایڈیسن نے ۱۸۷۷ء میں پیش کیا۔ اس میں ایک تختی رہتی ہے جو کاربن کے ایک بٹن سے ڈھیلا تماس رکھتی ہے۔ دیگر ترسیلی آلوں میں بھی ڈھیلے تماس کے اسی اُصول سے کام لیا گیا ہے۔

ہوجز کے مائکروفون کا اُصول بھی وہی ہے لیکن ترتیب وعمل میں اختلاف ہے۔ اس آلے کو اس نے سب سے پہلے ۱۸۷۸ء میں اپنے کمروں میں بطور نمائش رکھا۔ ہکسلے، لاکئیر، اور پریس جیسے مشاہیر نے اُسے دیکھا۔ یہ آلہ بالکل ابتدائی قسم کا تھا، چنانچہ اس کو یوں بیان کیا گیا ہے:۔

"لکڑی کا ایک چھوٹا سا ڈبہ جس میں بچے پیسے وغیرہ ڈالتے ہیں بطور گمگیا استعمال کیا گیا۔ اس پر لاکھ کے ذریعہ ایک نلی شیشے کی نصب کی گئی۔ نلی رانگ (قلعی) اور جست کے آمیزے سے بھری تھی۔ دونوں سروں پر کاربن کی ڈاٹیں تھیں جن سے تار ملے ہوئے تھے۔ دور میں ایک مورچہ تھا جس میں تین دانیالی خانے تھے اور یہ خانے رکھنے کے تین برتنوں سے بنائے گئے تھے۔ دوسرے کمرے میں بل کا ٹیلیفون رکھا گیا جو تاروں سے ملا ہوا تھا۔ لکڑی کے ڈبے میں سے ایک طرف نکال دی گئی تھی۔ اسی سے ترسیلی آلے کا کام لیا گیا...... جو آوازیں مشکل سے سنائی دیتی تھیں وہ اس بل ٹیلیفون کی بدولت بڑے زور سے سنائی دینے لگیں"

آجکل جو ٹیلیفون بنتے ہیں اُس میں ترسیلی اور تحصیلی دونوں حصے ایک ہی

آلے میں ہوتے ہیں۔ دونوں گویا مرکب ٹیلیفون ہیں لیکن انھیں مختصراً ٹیلیفون ہی کہا جاتا ہے۔

برقی اخراج خلا میں سے

انیسویں صدی کے نصف آخر میں جزئی خلا میں سے برقی اخراج کی تحقیق عمل میں آئی۔ ۱۸۵۳ء میں پیرس کے اے ماسوں نے طریسلی خلا میں سے ایک زبردست دھکارف لچھے کا اخراج گزارا۔ اس پر جے۔ پی گاسیٹو نے تجربے کے لئے ایسی نلیاں تیار کیں جن میں مختلف گیسوں کی خفیف سی مقداریں موجود تھیں۔

چند برس بعد ہائنرخ گائسلر (۱۸۱۴ء۔ ۱۸۷۹ء) نے یہ نلیاں تیار کرنا شروع کر دیں۔ یہ شخص پہلے شیشہ پھونکنے کا کام کرتا تھا۔ پھر طبیعی اور کیمیاوی سامان و آلات بنانے کے ایک کارخانے کا مالک ہو گیا۔ اس نے ان نلیوں کو ایسی مہارت سے تیار کیا کہ آج تک وہ گائسلر کی نلیاں کہلاتی ہیں۔ ان نلیوں میں سے برقی اخراج گزرتا تھا تو نہایت خوش نما رنگ نمودار ہوتے تھے۔ لیکن اس سے زیادہ کوئی مدد برق یا گیس کے نظریوں میں ان نلیوں سے نہیں ملی۔

لیکن جب ہوائی پمپوں میں کافی ترقی ہوئی اور اعلیٰ خلا پیدا کئے جانے لگے تو پھر اس منظر میں وسعت پیدا ہو گئی۔ چنانچہ مُنسٹر کے پروفیسر ہٹارف نے ۱۸۶۹ء یہ مشاہدہ کیا کہ منفی وتک اور منفی سرے کے درمیان تاریک فضا چوڑائی میں بڑھ جاتی ہے اگر خلا زیادہ کر دیا جائے۔ اور زیادہ خلا پیدا کرنے پر یہ تاریک فضا ساری نلی میں بھر جاتی ہے۔ اور کیتھوڈ یا منفی سرے سے جو اخراج نکلتا ہے وہ شیشے کو متزہتر کر دیتا ہے یعنی وہ رنگین روشنی دینے لگتا ہے۔

Heinrich Geisler ³ J.P. Gassiot ² A. Masson ¹

اِس کے بعد سر ولیم کروکس نے نہایت تعجب خیز تجربے انجام دیئے۔ ولیم کروکس، ۱۷ جون ۱۸۳۲ء کو لندن میں پیدا ہوا۔ اس کا باپ درزی تھا۔ مدرسہ کی باقاعدہ تعلیم بہت کم حاصل ہوئی۔ تھوڑی بہت تربیت رائل کالج آف کیمسٹری میں حاصل ہوئی۔ جہاں وہ بالآخر مددگار ہوگیا۔ بعد میں آکسفورڈ کی رصدگاہ ریڈکلف میں منتقل ہوگیا۔ کسی جامعہ میں کبھی تعلیم نہیں پائی اور نہ کبھی کوئی پروفیسری ملی۔ لیکن بچپنے سے سائنس کی کتابیں پڑھنے کا شوق تھا۔ اپنے گھر پر ایک تجربہ خانہ سابنا رکھا تھا جہاں وہ تجربے کیا کرتا تھا۔ اس کی تحقیق کا دائرہ طبیعیات اور کیمیا دونوں پر حاوی تھا۔ اس کی جب شہرت ہوئی تو ۱۸۶۳ء میں وہ ایف۔آر۔ایس (یعنی فیلو رائل سوسائٹی) منتخب ہوا۔ ۱۸۹۷ء میں اسکو سر کا خطاب ملا۔ ۱۸۷۰ء میں اس نے روحانیات پر تحقیق شروع کی جو چار برس تک جاری رہی۔ ۴ر اپریل ۱۹۱۹ء کو اس نے انتقال کیا۔

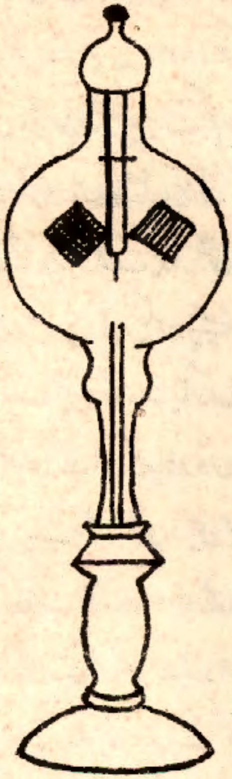
۱۸۷۳ء میں اس نے اعلیٰ خلاء پر تجربے انجام دینا شروع کیے۔ اس نے عنصر تھیلیم دریافت کیا تھا۔ اس کا جوہری وزن دریافت کرنا چاہتا تھا۔ چاہتا تھا کہ ہوا کے اُچھال سے بچ کر خلا میں وزن کا عمل انجام دے۔ دھاتی ڈبے میں خلا پیدا کرکے جب اس نے گرم جسموں کو وزن کیا تو ترازو میں اس نے بے ضابطگیاں دیکھیں جو کسی طرح بھی تپش کے فرق کی وجہ سے ہوا کی رووں کا نتیجہ نہ ہوسکتی تھیں اس بناء پر اُسے مزید تحقیق کرنا پڑی۔ اس دوران میں ۱۸۷۵ء میں اس نے اشعاع پیما[1] ایجاد کیا۔

شکل ۱۸۷ میں یہ آلہ دکھلایا گیا ہے۔ اس میں دھات کے چار چوکور پنکھے ہوتے ہیں جن کے ایک رُخ پر چاندی چڑھادی جاتی ہے اور دوسرے رُخ

---

[1] Radiometer　[2] Sir William Crookes

پر سیاہی۔ یہ چاروں پنکھ
ایک جوفے کے اندر ایک
تکلے پر نصب کیئے جاتے
ہیں تاکہ وہ حرکت کرسکیں
جوفے کے اندر سے تقریباً
تمام ہوا نکال لی جاتی ہے
جب روشنی یا حرارت
ان پنکھوں پر پڑتی ہے
تو یہ حرکت کرنے لگتے ہیں
چمکدار سطحیں پہلے حرکت
میں آتی ہیں جس سے معلوم
ہوتا ہے کہ حرکت روشنی کا
نتیجہ ہے۔



شکل ۱۲۷

پہلے کروکس اور دوسرے
لوگ یہ خیال کرتے تھے
کہ پنکھوں کی حرکت اثیری موجوں کے راست اثر کا نتیجہ ہے۔ لیکن جب کروکس
نے خلا کو اعلیٰ تر درجہ پر پہنچادیا تو دیکھا کہ پنکھ حرکت ہی نہیں کرتے۔ پس گردش
کی توجیہ کے لیئے گیس کے سالمی نظریے سے مدد لینا پڑی یعنی سالمے پنکھ کی گرم
شدہ سیاہ سطح پر جب واقع ہوتے ہیں تو بازگشت کرتے ہیں۔ اس سے معیار
حرکت بڑھ جاتا ہے جو پنکھوں کو گردش دیدیتا ہے۔
۱۸۷۸ء میں کروکس نے ہٹارف کی تحقیق پر بھی توجہ کی۔ مگر اس کو

ہٹاف کی تحقیق کا علم نہ تھا۔ کروکس نے چونکہ اعلیٰ درجہ کی خلائی نلیاں تیار کرلی تھیں اس وجہ سے وہ یہ ثابت کرنے میں کامیاب ہوا جیسا کہ اس کا بیان ہے کہ "ان بہ غایت مخلّیٰ ظرفوں میں باقیماندہ گیس کے سالمے نلی کے اندر نسبتاً کم تصادموں کے ساتھ چل سکتے ہیں، چونکہ وہ سرے سے زبردست رفتار کے ساتھ رواں ہوتے ہیں اس لئے ان میں ایسی خاصیتیں آجاتی ہیں کہ فیریڈے کی اصطلاح میں ہم انھیں 'اشعاعی مادہ' کہہ سکتے ہیں۔......... مادے کی اس چوتھی حالت کے مطالعہ کرنے سے معلوم ہوتا ہے کہ بالآخر ہماری گرفت اور ہمارے قابو میں وہ چھوٹے چھوٹے قسمت ناپذیر ذرّے آگئے ہیں جن کو ہم کائنات کی طبیعی بنیاد قرار دے سکتے ہیں۔ بعض خاصیتوں میں یہ اشعاعی مادہ ایسا ہی مادی ہے جیسے کہ یہ میز، اور بعض دوسری خاصیتوں میں وہ اشعاعی توانائی کی حیثیت اختیار کرلیتا ہے ...."

نہایت خوشنما تجربے انجام دے کر کروکس نے ثابت کیا کہ اشعاعی مادہ خط مستقیم میں چلتا ہے، ٹھوس مادہ درمیان میں آجائے تو سایہ ڈالتا ہے چھوٹے پہیے کو گھما سکتا ہے اور مقناطیس سے منصرف ہو جاتا ہے۔ ان اُمور کی بناء پر وہ مادے کی اس حالت کو "چوتھی حالت" سے تعبیر کرنے کو حق بجانب سمجھتا ہے۔ اس پر جرمنوں کی طرف سے خاصکر زیادہ تنقید ہوئی۔

لاشعاعیں

کئی برس تک انگریز اور جرمن اہل طبیعیات میں اشعاعی مادّے کا مسئلہ مابہ النزاع رہا۔ کروکس کے خلاف خاص طور پر ہائنرش ہرتس تھا۔ جو برقی موجوں کا مکتشف اور لاسلکی موجوں کا باوا آدم سمجھا جاتا ہے۔ اس نے بظاہر کامیاب طریقہ پر ثابت کر دکھایا کہ نئی شعاعیں مادے کے ذرات نہیں ہیں بلکہ امواج برق ہیں۔ اس نے خلائی

نلی کے ایک سرے پر الومینم کی ایک پتلی چادر چڑھا دی۔ کیتھوڈ سے شعاعیں چل کر اس پر واقع ہوتی تھیں۔ لطف یہ ہوا کہ یہ عجیب وغریب شعاع الومینم میں سے گزر گئی اور نلی کے باہر تھوڑی دور تک ہوا کو روشن کر دیا۔ چونکہ اس زمانے میں یہ کسی کی سمجھ میں نہ آسکتا تھا کہ اشعاعی شکل میں مادہ سونے یا الومینم کی چادر میں سے گزر سکتا ہے اسی لئے جرمن اہل طبیعیات یہ سمجھے کہ برطانوی اہل طبیعیات کا نظریہ غلط ثابت ہو گیا۔ ہرٹس کے ایک شاگرد فلپ[1] لنارڈ نے ۱۸۹۴ء میں ایسی زبردست کیتھوڈی شعاعیں حاصل کیں جو دھاتوں میں سے اسی طرح گزر جاتی ہیں جس طرح معمولی روشنی نیم شفاف اشیاء میں سے۔ لنارڈ کے نزدیک یہ شعاعیں اڑتے ذرے نہ تھیں بلکہ اثیر کا مظہر تھیں۔

دوسرے سال ۱۸۹۵ء میں اس سلسلے میں دوسرا قدم ولہلم کانراڈ[2] رونٹگن نے اٹھایا۔ یہ جرمن سائنس داں ۲۷ مارچ ۱۸۴۵ء کو بمقام پروشیا پیدا ہوا۔ ابتدائی تعلیم زورک میں پائی۔ بعد میں گیسن، وُرتس برگ، اور میونک میں پروفیسری پر فائز رہا۔ ۱۰ فروری ۱۹۲۳ء کو اس نے انتقال کیا۔

رونٹگن نے جب یہ شعاعیں دریافت کیں تو دنیا میں ایک سنسنی پھیل گئی۔ ان شعاعوں کو لاشعاعیں اسی وجہ سے کہا گیا کہ سائنس کی زبان میں "لا" سے مراد نامعلوم شے ہوتی ہے۔ چونکہ ان شعاعوں کی پوری نوعیت اس وقت منکشف نہ ہوئی تھی اس لئے رونٹگن نے ان کا نام لاشعاعیں رکھ دیا۔ آج بھی اس نام سے یہ موسوم کی جاتی ہیں، لیکن ان کا صحیح نام رونٹگنی شعاعیں ہے۔

یہ شعاعیں کیتھوڈی شعاعوں سے پیدا ہوتی ہیں۔ جب کبھی کیتھوڈی شعاع

---

[2] Wilhelm Konrad Röntgen [1] Philip Lenard

کسی شے سے ٹکراتی ہے تو لاشعاع بھی پیدا ہو جاتی ہے۔ ظاہر ہے کہ کیتھوڈی شعاعوں کے لئے کروکس کی اعلیٰ خلاء انلیوں کی ضرورت ہے۔ کیتھوڈی شعاع کے ساتھ یہ شعاع بھی شیشے میں نکل کر باہر کمرے میں آجاتی ہے۔ لیکن کیتھوڈی شعاعیں تو نظر آجاتی ہیں البتہ لاشعاعیں دکھائی نہیں دیتیں۔

۱۸۹۵ء کا سال ختم ہو رہا تھا اور پروفیسر رونٹگن ایک تجربے میں مصروف تھے جس کا تعلق ایک خاص قسم کے ضوفشاں پردے سے تھا جو عام طور پر بالا بنفشی شعاعوں کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ پردہ دفتی کا تھا جس پر بیریم پلیٹینو سائنائڈ کی ایک تہہ چڑھی ہوئی تھی۔ یہ ننھے ننھے نہ دکھائی دینے والی شعاعوں کو ایسی شعاعوں میں تبدیل کر دیتے ہیں جو دکھائی دیتی ہیں۔

جب نلی کے اندر کیتھوڈی دمک پیدا ہوئی تو ضوفشاں پردے میں بھی ایک چمک نمودار ہوئی۔ اب سوال یہ پیدا ہوا کہ یہ صرف کیتھوڈی شعاعوں کا ایک روپ ہے یا یہ کوئی نئی شعاعیں ہیں۔ فیصلہ کن نتیجے تک پہنچنے کی غرض سے پروفیسر رونٹگن نے خلائی نلی کو ڈھک دیا تاکہ کیتھوڈی شعاعیں نظر نہ آئیں اس پر بھی پردے میں چمک بدستور نمودار ہوئی۔ اس کے بعد ڈھکی ہوئی نلی اور پردے کے درمیان اس نے بہت سی اشیاء مثل کاغذ، لکڑی، الومنیم رکھیں۔ اس وقت گویا لاشعاعوں کا انکشاف ہوا۔

بعض اشیاء کا سایہ تو واضح دکھائی دیا۔ اس سے معلوم ہوا کہ یہ شعاعیں خطِ مستقیم میں چلتی ہیں۔ لیکن بعض اشیاء کا سایہ تک نہ پڑا جس سے معلوم ہوا کہ یہ شعاعیں ان اشیاء میں سے بالکلیہ گزر جاتی ہیں۔ پروفیسر رونٹگن نے اپنا ہاتھ نلی اور پردے کے درمیان رکھا تو ہاتھ کی ہڈیاں صاف نظر آنے لگیں۔

ان شعاعوں کے لئے حیوانی بافتیں چونکہ شفاف ہوتی ہیں اور ہڈیاں غیر شفاف

اس لئے جسم انسانی کے اندرون کا فوٹو لینے کے لئے یہ شعاعیں بہت موزوں ہیں، چنانچہ اُن کا استعمال آج تمام بڑے بڑے ہسپتالوں میں بکثرت ہوتا ہے۔

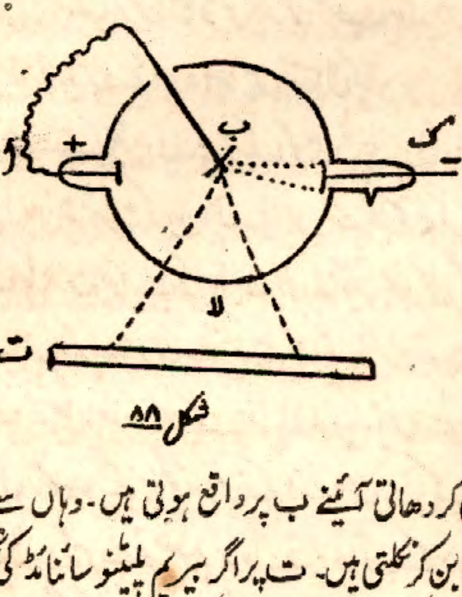
ان شعاعوں کی نسبت پہلے یہ خیال کیا گیا کہ نئی لاشعاع کیتھوڈی شعاع کا ایک جزو ہے۔ یہ فرض کیا گیا کہ جب کیتھوڈی شعاع کسی شے سے ٹکراتی ہے تو ایک حصّہ رک جاتا ہے۔ اور دوسرا حصہ آگے بڑھکر لاشعاع بن جاتا ہے۔ ہرتس، لنارڈ اور رونتگن کے تمام تجربوں کے باوجود انگریزی سائنس داں اپنے خیال پر قائم تھے۔ ان کے اس استقلال نے اب گویا رہبری کی۔ کیمبرج کی تجربہ گاہ کیونڈش کے پروفیسر جے۔ ٹامسن نے ایسا تجربہ انجام دیا جس سے ثابت ہوگیا کہ کیتھوڈی شعاعیں اور لاشعاعیں مختلف ہیں۔ یعنی یہ کہ کیتھوڈی شعاعیں مقناطیسی میدان میں منصرف ہو جاتی ہیں اور لاشعاعیں نہیں ہوتیں۔ یہ بھی معلوم ہوا کہ یہ شعاعیں غیر موصلوں کو موصل بنا دیتی ہیں اور اس لئے باردار اشیاء کو بے بار بھی کر سکتی ہیں۔ باقی ان میں انعکاس، انعطاف یا تقطیب کا پتہ نہیں لگا۔

ان کی نوعیت کے متعلق پروفیسر ٹامسن نے ۱۸۹۷ء نے ایک تجربہ یوں انجام دیا کہ نلی میں خلا بہت اعلیٰ پیدا کیا تاکہ باقیماندہ گیس لطیف سے لطیف تر ہو جائے۔ جب اس اعلیٰ مخلی نلی میں سے زبردست برقی اخراج گزارا گیا تو اس نے نہ صرف سالموں کو جوہروں میں توڑ دیا بلکہ خود جوہروں کو بھی توڑ دیا۔ اب جو اس کے حصّے ہوئے تو وہ جوہر سے بھی کوئی ہزار گنا چھوٹے نکلے۔ ان کا نام اس نے "جُسیمے[1]" رکھا۔ ان کو اس نے منفی برق کے بنہایت قلیل مرکزوں پر مشتمل پایا۔ یہی مرکز آجکل برقیے کہلاتے ہیں۔ کیتھوڈی شعاع ان ہی برقیوں کا دھارا ہوتی ہے۔ نلی کے اندر جو لطیف گیس ہوتی ہے اس کے

---

[1] Corpuscles

جوہروں کے ٹوٹنے سے یہ پیدا ہوتے ہیں۔ پھر کیتھوڈی سرے سے ایسی رفتار سے چلتے ہیں جو روشنی کی رفتار کا ایک تہائی ہے یعنی کوئی ۶۰،۰۰۰ میل فی ثانیہ کی رفتار سے۔ پروفیسر ٹامسن نے ان "ننھوں" کی "ننھی" کمیت کا بھی حساب لگایا۔ یہی کیتھوڈی شعاعیں جب کسی دھاتی سطح سے ٹکراتی ہیں تو منعکس ہو کر لاشعاعیں بن جاتی ہیں۔ شکل ۸۸ میں لاشعاعیں پیدا کرنے والی معمولی نلی دکھلائی گئی ہے۔



شکل ۸۸

اس میں ا مثبت سرا یا اینوڈ ہے اور ک منفی سرا یا کیتھوڈ ہے۔ اس سے ایک مقعر تختی لگی ہوئی ہے یہاں سے شعاعیں چل کر دھاتی آئینے ب پر واقع ہوتی ہیں۔ وہاں سے منعکس ہوتی ہیں تو لاشعاعیں بن کر نکلتی ہیں۔ ت پر اگر بیریم پلیٹنو سائنائڈ کی تختی رکھی جائے تو اس تختی پر ہاتھ رکھنے سے ہڈیاں نظر آسکتی ہیں۔ یا پھر اگر ت پر عکاسی کی تختی رکھی جائے اور زائد روشنی سے اُسے محفوظ رکھا جائے تو پھر ہاتھ اور دوسری چیزوں کا فوٹو لیا جا سکتا ہے۔

حر برقیات

۱۸۲۲ء میں پروفیسر زیبک نے حر برقیات[۱] کا انکشاف کیا۔ پورا نام ٹامس[۲] یوحنا زیبک ہے۔ بمقام ایوال واقع استھونیا علاقہ روس ۱۷۷۰ء میں پیدا ہوا۔ ۱۷ برس کی عمر میں وطن کو چھوڑا تو

---

۱ Thermoelectricity   ۲ Thomas Johann Seebeck

پھر کبھی واپس نہ ہوا۔ برلن میں طب کی تعلیم حاصل کی۔ فکر معاش سے چونکہ فراغت تھی اس لئے ہمہ تن سائنس کی طرف مشغول ہوگیا۔ ۱۸۰۲ء سے ۱۸۱۰ء تک ییناؔ میں قیام رہا۔ یہاں شیلنگ، ہیگل، رٹر، گوئٹے اور دوسرے مشاہیر سے ملاقاتیں رہیں۔ گوئٹے سے وہ بہت زیادہ متاثر تھا، یہاں تک کہ گوئٹے نے رنگ سے متعلق نیوٹن کے خلاف جو خیالات قائم کئے تھے زیبک بھی بدقسمتی سے ان ہی کا قائل رہا۔ ۱۸۱۸ء میں زیبک برلن اکاڈیمی کا رکن منتخب ہوا۔ اس وقت سے وہ برلن میں رہنے لگا۔ اس نے ۱۸۳۱ء میں انتقال کیا۔

ارسٹڈ کے تجربوں سے زیبک کو بھی دلچسپی ہوئی۔ پھر اس نے تجربوں کا ایک طویل سلسلہ شروع کردیا۔ اس نے اس بات کا تجربہ کرنا چاہا کہ آیا پانی اور ترشے کی جگہ صرف حرارت کی بدولت دو دھاتوں میں بجلی کی رو پیدا ہوسکتی ہے یا نہیں۔ اس کے لئے اس نے تانبے کا ایک ٹکڑا نصف چھلے کی شکل کا لیا اور اس سے اینٹیمنی (سرمہ) کا ایک تار باندھ دیا۔ اس سے دونوں دھاتوں کی شکل مثل رکاب کے ہوگئی۔ اس کے اندر اس نے ایک مقناطیسی سوئی لٹکا دی تاکہ اگر کوئی رو گزرے تو معلوم ہوجائے۔ دھاتوں کے دو جوڑوں میں سے ایک جوڑ کو اس نے گرم کردیا۔ اس جوڑ کو ہاتھ میں رکھ لینا ہی کافی ثابت ہوا۔ جوڑ کے گرم ہوتے ہی مقناطیسی سوئی حرکت کرنے اور گھومنے لگی۔ اس سے معلوم ہوا کہ بجلی کی ایک رو تانبے میں سے نکلتی ہے اور اینٹیمنی میں داخل ہوتی ہے۔ اور پھر مڑکر تانبے کے اندر داخل ہوجاتی ہے۔ اس کو یقین ہوگیا کہ سوئی کا انحراف دھاتی جوڑوں کی تپشوں کے فرق کا نتیجہ ہے۔ جوڑوں میں سے ایک کو سرد کرنے پر بھی ایسے ہی نتائج حاصل ہوئے۔ اس تجربے کو کئی اور دھاتوں پر بھی انجام دیا ہے

Jena ؎

اثرات مختلف پیدا ہوئے۔ تپش کا فرق جتنا زیادہ رکھا گیا اتنا ہی زیادہ اثر پیدا ہوا۔ اس رو کا نام اس نے پہلے "حر مقناطیسی رو" رکھا۔ لیکن بعد میں "حر برقی رو" کی اصطلاح وضع ہوئی تو اسے اعتراض پیدا ہوا حالانکہ آج کل یہی اصطلاح رائج ہے۔

زیبک کے انکشاف کے ۱۲ برس بعد ژاں[1] شارل اتھاناس پلٹیئر (۱۷۸۵ء تا ۱۸۴۵ء) نے یہ دکھلایا کہ برقی رو سے نہ صرف حرارت پیدا ہوتی ہے بلکہ برودت بھی پیدا ہو سکتی ہے۔ یہ شخص پیرس کا رہنے والا تھا اور گھڑی ساز تھا۔ لیکن آخر عمر میں اُس کو سائنس کی طرف رغبت ہو گئی اور پھر بقیہ عمر اسی کے نذر کر دی۔

اس نے تانبے اور انٹیمنی کے جوڑوں میں ۱۰° کی حرارت پائی جبکہ رو انٹیمنی سے تانبے کی طرف بہتی تھی۔ جب رو مخالف سمت میں گزری تو اس نے ۵° کی تبرید کا مشاہدہ کیا۔ بسمتھ اور انٹیمنی کے جوڑوں کے لئے تپش کا فرق اور بھی زیادہ پایا گیا۔ اس تبرید کو کام میں لا کر ہائنرش[2] فریڈرش ایمل لنز (۱۸۰۴ء - ۱۸۶۵ء) نے پانی کو منجمد کر دیا۔

---

[1] Jean Charles Alhanase Peltier

[2] Heinrich Friederich Emil Lenz

تاریخی جدول

تاریخ	مکتشف	انکشافات
۶۰۰ ق م	تالیس	کہربا کا برتاؤ
۵۳۶ ″ ″	فیثاغورث	شمس مرکزی نظریہ، آواز کے سُر
۴۲۰ ″ ″	دیمقراطیس	جوہری نظریہ
۳۴۰ ″ ″	ارسطو	طبیعیات
۳۰۶ ″ ″	ابیقورس	جوہروں کی نوعیت اور خلاء
۳۰۰ ″ ″	تھیوفرسطوس	برق
۲۵۰ ″ ″	ارشمیدس	ریاضی، میکانیات
۶۰ ″ ″	لکریشس	جوہر اور مادہ
۱۴۰ عیسوی	بطلیموس	فلکیات میں زمین مرکزی نظریہ
۳۸۰ ″	ہائیپشیا	اسکندریہ میں ریاضی اور فلکیات کے درس
۳۸۵ ″	—	کتب خانہ اسکندریہ کی تباہی ۵ لاکھ کتابیں برباد
۶۰۰-۷۰۰		عربی تمدن کا آغاز و عروج
۸۰۰ ″		بطلیموس کی المجسطی کا ترجمہ بہ حکم خلیفہ ہارون الرشید
۸۰۰ء تا ۱۰۰۰ء	الکندی	کثیر تصانیف طبیعیات میں امنداد کی دریافت

تاریخ	مکتشف	انکشافات
۹۰۰ء تا ۱۰۰۰ء عیسوی	الرازی	ماسکونی ترازو کا استعمال
؍؍	الفارابی	موسیقی آلہ "قانون" کی ایجاد
۱۰۱۰ ؍؍	ابن الہثیم	علم المناظر، عدسہ کا استعمال، انعطاف کا مشاہدہ
۱۰۲۰	ابن سینا	طب پر کتابیں، کیمیا، طبیعیات پر تحقیق، آسمانی برق کی توجیہہ
؍؍ ؍؍	البیرونی	ماسکونیات، قدرتی چشموں اور کنووں کے عمل کی توجیہہ
۱۰۷۴ ؍؍	عمر خیام	کثافت اضافی کی دریافت کے طریقے۔
۱۱۷۰ ؍؍	ابن رشد	ہوا کی تقویمی قوت فلکیات اور طب پر کتابیں ارسطو کے فلسفہ کا احیاء
۱۲۴۰ ؍؍	البرٹس میگنس	سائنس میں تجربی طریقے کا احیاء شارح ارسطو
۱۲۵۰ ؍؍	راجر بیکن	سائنس میں تجربی طریقے پر اصرار مد و جزر، قوس قزح وغیرہ کی توجیہہ
۱۴۲۰ ؍؍	الغ بیگ	(تیمور لنگ کا پوتا) سمر قند میں فلکی رصدگاہ کی بنیاد
۱۴۹۲	کولمبس	امریکہ کی دریافت

تاریخ	مکتشف	انکشافات
۱۵۰۷ عیسوی	کوپرنیکس	بطلیموسی نظام کے بجائے کوپرنیکی نظام کا قیام
۱۵۹۰ "	جانسن	خوردبین کی ایجاد
۱۶۰۰ "	گلبرٹ	فرکی برق اور ارضی مقناطیست
۱۶۰۵ "	گیلیلیو	حرکت کے کلیئے، رقاص، اسراع، دوربین کی ایجاد، مشتری کے توابع کا انکشاف نیز اشکال زہرہ
۱۶۰۸ "	لیپرشے	دوربین کی ایجاد
۱۶۱۲ "	کیپلر	سیاری حرکت کے کلیے۔
۱۶۱۵ "	فرنسیس بیکن	مشاہدات سے استقرائی طریقہ۔
۱۶۴۳ "	ٹرسیلی	بارپیما، کرہ ہوا کا دباؤ۔ خلاء
۱۶۴۰ "	دیکارت	کارتیسی محدد
۱۶۵۰ "	گوئریکے	ہوا پمپ کی ایجاد، سکونی برق کی تحقیق۔
" "	پیسکل	ماسکونیات، ہوائی دباؤ
۱۶۶۰ "		رائل سوسائٹی لندن کا قیام
" "	رابرٹ بائل	گیسوں کے دباؤ کا کلیہ
"	ہلمانٹ	استمرار مادہ کا اصول
۱۶۶۳ "	نیوٹن	مکان وزمان کا نیا نظام

تاریخ	مکتشف	انکشافات
۱۶۶۳ عیسوی	نیوٹن	علمِ احصا کی ایجاد، ریاضی میں مسئلہ ثنائی کا انکشاف
۱۶۶۵ "	رابرٹ ہک	نور کے موجی نظریے کی پیش قیاسی
۱۶۶۶ "	—	پیرس اکادمی کا قیام
۱۶۷۰ "	رومر	نور کی رفتار کی دریافت
۱۶۷۵ "	نیوٹن	نور کی نوعیت۔ جسمی نظریہ، نور بردار اثیر طیفی تحلیل، انعکاسی دوربین کی ایجاد
۱۶۸۴ "	"	کلیہ تجاذب
۱۶۸۷ "	"	"پرنسپیا" شائع ہوئی
۱۶۹۰ "	ہوئگنس	دوہرے انعطاف کا انکشاف اور موجی نظریہ۔
" "	سوویور	آواز کی موجیں
۱۶۹۷ "	اسٹال	فلوجسٹنی نظریہ
۱۷۲۱ "	فارن ہائٹ	تپشی پیمانے کی ایجاد
۱۷۲۶ "	بریڈلے	ضلالت نور کی دریافت، فلکی اختلاف منظر
۱۷۲۹ "	گرے	برقی ایصال
۱۷۴۰ "	سلسیس	تپش کا مئینی یا سینٹی گریڈ پیمانہ
۱۷۴۵ "	موشن بروک	لیڈنی مرتبان کی ایجاد

تاریخ	مکتشف	انکشافات
۱۷۴۹ عیسوی	بنجامن فرینکلن	آسمانی بجلی اور برق کی عینیت
۱۷۶۲ "	یوسف بلیک	حرارتِ مخفی
۱۷۶۹ "	جیمس واٹ	بھاپ انجن کی ایجاد
۱۷۸۱ "	گلوانی	جانوروں پر برق کا اثر
۱۷۸۱ "	سر ولیم ہرشل	یورنیس کا انکشاف، زیر سرخ شعاعیں
۱۷۸۴ "	ہنری کیونڈش	پانی کی تحلیل
۱۷۸۵ "	لاوازیئے	فلوجستنی نظریہ کی تردید
۱۷۸۶ "	کلیڈنی	صوتی ارتعاش
۱۷۸۷ "	چارلس	گیسی کلیہ
۱۷۹۰ "	رٹر	بالائےبنفشی شعاعیں
۱۷۹۶ "	لاپلاس	سحابی نظریہ
۱۷۹۸ "	رمفورڈ	حرارت کی نوعیت، رائل انسٹیٹیوشن کا قیام
۱۸۰۰ "	وولٹا	برقی رو۔ برقی مورچہ
۱۸۰۲ "	گے لوساک	گیسی کلیہ
" "	وولسٹن	شمسی طیف میں تاریک خطوط
۱۸۰۳ "	ڈالٹن	گیسوں میں جزئی دباؤ کا کلیہ
۱۸۰۶ "	ڈیوی	برقپاشیدگی
۱۸۰۸ "	ڈالٹن	جوہری نظریہ

تاریخ		مکتشف	انکشافات
۱۸۰۸	عیسوی	مالوس	تقطیب نور
۱۸۱۰	"	ینگ	نوری موجوں کا تداخل۔ تقطیب نور کی تحقیق
۱۸۱۱	"	آووگاڈرو	گیسی سالموں کی تعداد کا کلیہ
"	"	فرینل	تقطیبی روشنی کی نوعیت
۱۸۱۴	"	ڈاگوار	عکاسی کی ایجاد
"	"	فراں ہوفر	شمسی طیف کے تاریک خطوط کی توجیہہ
۱۸۱۵	"	ڈیوی	چراغ حافظ کی ایجاد
۱۸۱۹	"	برزلیس	برقی کیمیائی نظریہ
"	"	دولان اور پتی	جوہری حرارت کا کلیہ
۱۸۲۰	"	ارسٹڈ	برقی مقناطیسیت
"	"	آمپیر	برق اور مقناطیسیت میں علاقہ
۱۸۲۴	"	کارنو	حرارت اور کام میں علاقہ، حرحرکیات کی ابتدا
۱۸۲۵	"	فریڈے	بنزین
۱۸۲۷	"	سرجان ہرشل	سورج میں سوڈیم
"	"	اوہم	برقی موصلیت، محرکہ برق، اوہم کا کلیہ
۱۸۳۰	"	اسٹیفنسن	ریلوے انجن "راکٹ" کا پہلا سفر
۱۸۳۲	"	فیریڈے	برقی مقناطیسی آلہ ڈائنیمو

تاریخ	مکتشف	انکشافات
۱۸۳۳ عیسوی	فیراڈے	کلیات برق پاشیدگی
۱۸۳۳ "	گاؤس اور ویبر	پہلا برقی تار
" "	گریہم	گیسوں میں انتشار کی شرح
۱۸۳۶ "	دانیالی	دانیالی برقی خانہ
" "	گردو	گردوی خانہ (برقی)
۱۸۳۷ "	وہیٹسٹون	برقی مقناطیسیت کے ذریعہ تار برقی
" "	مارس	"
۱۸۳۸ "	براؤن	براؤنی حرکت
۱۸۴۲ "	ڈاپلر	ڈاپلری اثر یعنی رفتار کی وجہ سے طیفی خطوط کی سرک
۱۸۴۳ "	جول	استمرار توانائی کو توضیح، معادل حیل
۱۸۴۷ "	ہلمہولٹس	حرحرکیات کے پہلے کلیہ کو کلیے کی شکل میں پیش کیا، استمرار توانائی کا کلیہ
" "	کلاسیس	حرحرکیات کا دوسرا کلیہ
۱۸۴۹ "	گریہم	دلوج کی دریافت
۱۸۵۰ "	"	مائعات میں انتشار
" "	اسٹوکس	ذرات کے گرنے کی شرح کا کلیہ
۱۸۵۱ "	فیزو	متحرک پانی میں روشنی کی رفتار کی دریافت
۱۸۵۲ "	کلون	اسراف توانائی کا نظریہ

تاریخ	مکتشف	انکشافات
۱۸۵۷ عیسوی	کلاؤسیس	نظریہ تحرک
۱۸۵۹ "	بنسن اور کرشف	کیمیا میں طیفی تحلیل کا طریقہ
"	کلارک میکسول	نظریہ تحرک ریاضی کے اصول پر
۱۸۶۰ "	کرشف	اشعاع کے اخراج و جذب کا کلیہ
۱۸۶۳ "	میکسول	نور کا برقی مقناطیسی نظریہ
۱۸۶۷ "	لانگلے	شمسی شعاع کی پیمائش کے لئے بولومیٹر
۱۸۶۸ "	لاکیر	سورج میں ہیلیم
۱۸۷۳ "	وان ڈر والس	گیسوں کی مساوات حالت
۱۸۷۷ "	بل	ٹیلیفون کی ایجاد
"	کیلیتیے اور پکٹے	مستقل گیسوں کا اماعت
۱۸۷۹ "	سر ولیم کروکس	کیتھوڈی شعاعیں۔ برقیوں کا نظریہ
"	ایڈیسن اور سوین	برقی سوت دار لیمپ کی ایجاد
۱۸۸۱ "	کلون	جوہروں کی جسامت کا اندازہ
۱۸۸۲ "	مائیکلسن اور مارلے	اثیری سرک کی دریافت میں ناکامی
۱۸۸۷ "	ہرٹس	برقی موجیں میکسول کے نظریہ کی تصدیق
۱۸۹۰ "	برانلے	اتصال آدر برائے لاسلکی
۱۸۹۵ "	رونتگن	لاشعاعیں

Specific Gravity ثقل نوعی
Spectrum طیف
Spectrum Analysis طیفی تشریح
Spectroscope طیف نما
Stand ایستادہ
Statics سکونیات
Static Electricity سکونی برق
Statistical اعدادی
Stem ساق
Stereoscope جسم نما
Storage Cell ذخیرہ خانہ
Sule-marine Cable بحری طناب
Suction Pump چوسی پمپ
Symmetrical متشاکل
Synthesis عمل تالیف

T

Tangential مماسی
Temperature تپش
Terminal Velocity انتہائی رفتار
Thermal Capacity
حرارتی گنجائش
Thermal Conductivity
حرارتی موصلیت
Thermo-electricity حر برقیات
Thesis مقالہ
Thunderbolt صاعقہ
Torsion Balance مروڑی ترازو
Tory قدامت پسند
Transformer مبدّل
Trigonometry علم مثلث ـ
علم المثلثات
Trinity House دارالتثلیث
Turbine چرخاب ـ طربین

U

Ursa Major دب اکبر

V

Vacuum خلا
Valve صمام
Vertical Cylinder
انتصابی اسطوانہ
Vitrious Electricity
برق زجاجی
Votices حاتز ے

W

Water-Clock پن گھڑی
Wind-Mil پون چکی یا ھوائی چکی
Wavelet موجک

Z

Zenith سمت الراس

Polytechnic Sehood صنعتی درس گاہ

Ponderables ثقیل اشیاء

Potential Energy توانائی بالقوۃ

Philosophic Naturalis Princepia Mathematica فلسفۂ قدرت کا ریاضیاتی اصول

Phosphorescence تزہر

Physiology فعلیات

Positive مُثبتہ - مُثبتیہ

Precession استقبال ، اعتدال

Principal axis صدر محور

Principle of Inertia کلیۂ جمود

Principle of Interference اصول تداخل

Primary ابتدائی

Q

Quartz Fibre کار پتھر کے ریشے

Quality صنعت

Quick Iron آہن آب

R

Radiant Energy اشعائی توانائی

Radiometer اشعاع پیما

Rate of Cooling شرح تبرید

Refraction انعطاف

Refractive Index انعطاف نما

Relative Density کثافت اضافی

Renaissance احیاء

Repulsion دفع

Resinous Electricity برق راتینی

Resonator گمکیا

Reversibility عکس پذیری

Retina شبکیہ

Rider راکب

Right Angle قائمہ زاویہ

Rhomboid معین نما

S

Satellite تابع

Second ثانیہ

Secondary Cell ثانوی خانہ

Secondary Light ثانوی روشنی

Secondary Wave ثانوی موج

Selective absorption انتخابی جذب

Sensible Heat حرارت محسوس

Sexagesimal ستینی

Sine جیب

Solute منحل

Solvent محلّل

Sonometer صوت پیما

Source ماخذ

Specifiic Inductive Capacity نوعی امالی گنجائش

Maxima اعظم

Mean Free Path اوسط آزاد راستہ

Mechanical Equivalent of Heat حرارت کا معادل حیلی

Mechanics میکانیات

Medium واسطہ

Meteorology جوّیات

Methane میتھین (گیس کانام)

Microcosm عالم اصغر

Middle Term حد اوسط

Minute دقیقہ

Momentum معیار حرکت

Molecular Cohesion سالمی اتصال

Monometric Flame داب پیمائی شعلہ

Monochord ایک تار

Musical Scale or Gamut سپتک

Mythology دیو مالا

N

Nebular Theory سدیمی نظریہ

Negative منفیہ

Neutral تعدیلی

Node عقدہ

Non-Conductor غیر موصل

Normal عماد

Nucleus مرکزہ

O

Objection دہانہ

Object Lens دہانہ عدسہ

Observatory رصدگاہ

Octave سرگم

One-sidedness یک طرفگی

Ore کچدھات

Origin مبدء

Oscillation اہتزاز

Oscillator اہتزازیہ

Osmosis دلوج

Osmotic Pressure دلوجی دباؤ

Overtone سرتی

Oxidation تکسید

P

Parabolic مکافی ۔ شلجمی

Para-magnetic پر مقناطیسی

Pendulum رقاص

Pendulum Isochronism رقاص ہم زمانیت

Period وقت دوران

Perpendicular عمود

Piston فشارہ

Pitch سر

Plane Polarised مستوی مقطب

Polarisation تقطیب

Hygroscope رطوبت نما
Hypatenuse وتر

I

Image خیال ۔
Imponderables غیر ثقیل اشیاء
Impulse صدمہ ۔ دھکا
Incandescent تاباں
Inclined Plane سطح مائل
Incompression-able غیرداب پذیر
Induction امالہ
Induction Coil امالی لچھا
Influence Machine امالی مشین
Infra-red زیر سرخ
Inorganic غیر نامیاتی
Inquisition تعذیب
Interferometer تداخل پیما
Intensity حدت
Interplanatory Aether بین سیاری ایثر
Interrupter تماس شکن
Interval بعد
Intuition وجدان
Inversely Proportional بالعکس متناسب
Insulate محجوز
Ions رواں
Ionisation رواں سازی

K

Kaleidoscope وضع نما
Kinetic Theory نظریۂ محرک
Kinetic Energy توانائی بالفعل

L

Latent Heat مخفی حرارت
Law of Inverse Square کلیہ مربع معکوس
Lever بیرمہ
Lightning Conductor بجلی گیر
Lines of Force خطوط قوت
Liquefaction of gases گیسوں کی اماعت
Longitude طول البلد
Luminiferous نور بردار

M

Macrocosm عالم کبیر
Magnetic Hysteresis مقناطیسی اختناق
Magnifying مکبّر
Magia Naturalis سحر طبعی
Malleable ورق پذیر
Mariner's Compass بحری قطب نما
Marsh gas دلدلی گیس

Electrify	برقانا
Element	عنصر
Ellipse	ناقص
Emission Theory	خروجی نظریہ
Empirical	امتحانی
Energy	توانائی
Entropy	ناکارگی
Eolipile	بھاپ بھرکی
Equator	خط استواء
Equinoctical points	نقاط اعتدال
Equinoxes	اعتدالین
Equivalence	معادلہ
Evaporation	تبخیر
Excites	محرک
Extension	امتداد
Experimentalist	تجربہ ساز
Eye-piece	چشمہ

F

Fifth	پنجم
Fire-damp	اگن گیس
Flask	صراحی
Flint Glass	چقماقی شیشہ
Focus	ماسکہ
Force	قوت
Force pump	داب پمپ
Fourth	چوتھہ
Freezing Mixture	انجمادی‌ریزہ
Friction Machine	فرکی مشین
Fulcurum	نصاب

G

Geo-centric	زمین مرکزی
Gravity	ثقل ۔ جاذبہ
Gyroscope	گردش نما

H

Hart-water	کھاری پانی
Heat a made of motion	حرارت ایک طرز حرکت
Hermetically Sealed	سربمہر
Hieroglyphics	خط تصویر
Homogenous	متجانس
Hydrodynamics	ما حرکیات
Hydraulics	ما قوئیات
Hydrometer	مائع پیما
Hydrostatics	ماسکونیات
Hydrostatics Balance	ماسکونی ترازو
Hydrostatic Paradox	ماسکونی تضاد
Hygrometer	رطوبت پیما

Converging Lens - جامع عدسه - محدب عدسه
Cryophorous برف بردار
Crown-glass گول شیشه
Crystal قلم
Current Electricity حرکی برق
Cyclic Operation دوری عمل
Cylindrical اسطوانوی - اسطوانه نمائی
Capillary Attraction شعری جذب

D

Declination انصراف
Decomposition تحلیل
Degree درجه
Density کثافت
Deserted Village قریۂ مخلوعه
Develope آشکارا کرنا
Diamagnetic کم مقناطیسی
Diathermancy حر گزاری
Di-electric برق گزار - برقی واسطه یا دوبرقه
Di-electric Polarisation برق گذاری تقطیب
Differential Tones تفرقی سرتیان
Diffraction انکسار
Dimension بعد
Dimensional Equation ابعادی مساوات
Dioptrica انعطافیات
Directly Proportional راست تناسب
Discourse مکالمات
Disc Siren قرص‌دار گائن
Discharger مخراج
Dispersion انتشار
Dissociation of Molecules افتراق سالمات
Double Refraction دوهرا انعطاف
Dynamics حرکیات

E

Ecliptic دائرة البروج
Elasticity لچکی قوت
Elective charge برقی بار
Elective Displacemnt برقی نقل مکانی
Electro Dynamics Current Electricity حرکی برق
Electroysis برق پاشیدگی
Electrophorous برق بردار
Electrolyte برق پاشیده
E. M. F. محرکه برق

Bolometer	شعاعی حرارت پیما
Bulb	جوفه
Buoyant Force	اچھالنے کی قوت۔ تقویمی قوت
Boiling Poin	نقطۂ جوش

C

Calcination	تکلیس
Calculus	احصاء
Calculating Machine	شمارگر مشین
Caloric	حرارئی ۔ حراریه
Camera Lucida	عکساله منوره
Camera Obscura	عکساله مظلمه
Cataptrics	عکسیات
Cathode	منفی برقیره
Cell	خانه
Centigrade	مئی
Centre of Gravity	مرکز ثقل ۔ مرکز جاذبه
Centrifugal Force	مرکز گریز قوت
Chemical Affinity	کیمیاوی الف
Chemical Combination	کیمیاوی امتزاج
Choke damp	گھونٹ گیس

Chromatic Aberration	لونی ضلالت
Classical	قدیمی
Charged	باردار
Coherer	اتصال آور
Cohesion	اتصال
Cohesive Power	اتصالی طاقت
Combination	امتزاج
Combination Tones	اجتماعی سرتیاں
Conductor	موصول
Comedy	طربیه
Condenser	مکثفه
Conduction	عمل ایصال
Concave	مقعر
Co-ordinates	محدد
Conical	مخروطی
Conservation	استمرار
Conservation of Mass	استمرار کمیت
Cosecant	قاطع التمام
Constant	مستقل
Contact Theory	تماسی نظریه
Collimator	توازی گر
Corpuscular Theory	جسمی نظریه

فرہنگ اصطلاحات، داستان طبیعیات

A

erration of ight	ضلالت نور
solute Tem- erature	مطلق تپش
ademia Secre- orum Natura	اکادیمی رازفطرت
celeration	اسراع
coustics	صوتیات
ccumulator	جامع خانہ
ccuracy	صحت
chromatic	بے رنگ
cidulated	ترشہ دار
ction at a listance	عمل از فصل
ctivity	عاملیت
lmanac	جنتری
malgamation	تلغیم
naesthetic	مخدر
nalytical Geometry	هندسۂ تحلیلی
ngle of Incidence	زاویۂ وقوع
ngle of Magnetic dip	مقناطیسی زاویۂ افق
Angle of refraction	زاویۂ انعطاف
Anomalous Dispersion	بے قاعدہ انتشار
Anode	مثبت برقیرہ
Anti-node	ضد عقدہ
Armature	مقنا روک
Artisan well	پھٹوار کنواں۔ارتیسی کنواں
Astrolobe	اصطرلاب
Astronomy	علم ہیئت
Axioms	آدلیات یا بدیہیات ۔ علوم متعارفہ
Axis	محور

B

Barometer	بارپیما
Base	قاعدہ
Battery	مورچہ
Beaker	منقارہ
Belljar	فانوس
Binomial Theorem	مسئلہ ثنائی
Beat	ضرب
Board of Trade	تجارتی حلقہ یا ادارہ